

TANULMÁNYOK A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL

A FAJ BIOLÓGIAI REALITÁSA ÉS VÁLTOZÉKONYSÁGA NÉHÁNY NÖVÉNYI MIKROSZERVEZET KÖRÉBEN*

Írta: KISS ISTVÁN

A fajról idők folyamán számos meghatározás látott napvilágot. Az a körülmény, hogy minden követelményt kielégítő fajdefiníciót mind·ez ideig nem sikerült felállítani, arra mutat, hogy *a faj* az élőszervezetek sajátságainak természete szerint *nem egységes kategória*. A funkció és a felépítettség az élőszervezetek kisebb nagyobb csoportjaiban más más irányú, illetve különböző terjedelmű, s ennek megfelelően mások lesznek a rendszerező által figyelembe vehető faji bélyegek is. A faj fogalmának tartalma és kiterjedése (köre) csoportonként nagyon különböző lehet. A rendszerezés faji bélyegekként, más természetű sajátságokat használ fel a baktériumoknál és gombáknál, mint pl. az autotróf növényi mikroszervezeteknél, vagy a magasabbrendű növényeknél. E kérdéssel KUPREVICS [24] behatóan foglalkozik. A különbözőértékűség több körülményből ered. *Igen jelentős pl. a szaporodás módja, amely a sajátságok átadásának, illetve új sajátságok keletkezésének eltérő útjait determinálja.* Nem egyenlő értékű egy *Cyanophyta* faj egy *Chlamydomonas* fajjal; de más lesz a faj tartalma pl. a *Chlorophyceae* osztályon belül is a *Volvocales* és a *Chlorococcales* ivaros szaporodással nem rendelkező fajainál stb. Az is bizonyosnak tekinthető, hogy *a fajok keletkezése a mikroszervezeteknél is többféle úton megy végbe.*

Az ide vonatkozó problémák két főkérdésbe csoportosíthatók: a) A faj mibenléte és értékelése, b) a faj megváltozása. E kérdéseket a következőkben az autotróf növényi mikroszervezeteknél, illetve az algáknál vizsgáljuk meg. Először e problémakörök történetét tekintjük át röviden, majd ide vonatkozó saját vizsgálataink ismertetésére térünk át.

I. A mikroszervezet fajokra vonatkozó kutatások történeti áttekintése.

A növényi mikroszervezetek fajainak mibenléte és értékelése igen nehéz részlet a fajkérdés területén. Talán itt mutatkozik meg legélesebben, hogy *a biológiai mibenlét és a taxonómiai értékelés között különbség*

* A M. Tud. Akadémia által 1956. V. 15-én rendezett vitaülésen (Hazai adatok a fajkeletkezés kérdéséhez) tartott előadásból.

van, vagy más szóval: a fajra vonatkozó elvi megállapításaink és rendszerező ténykedéseink között olykor jelentős ellentmondás feszül. Annak elismeréséből kiindulva, hogy a faj az evolúció egy-egy szakasza, azaz objektív valóság, a már megkülönböztetett, vagy az általunk felállított fajokról állítjuk, hogy azok reálisan léteznek. Mégis gyakran előfordul, hogy egy-egy fajt törölni kell, mert nincs meg a biológiai realitása. Ennek okát később még részletesen megvizsgáljuk, most csak annyit említünk meg, hogy ezek a szervezetek hosszú ideig kívül maradtak az alaposabb vizsgálatok körén; a gyakorlati élet sem igényelte behatóbb megismerésüket. Maga a mikroszkópos vizsgálódási irány is fiatalnak tekinthető.

A nagy LINNÉ még eléggé idegenkedett a mikroszkóp alkalmazásától. Olykor azonban igen eredményesen használta. A *Volvox*-félékkel már mint rendszertani objektumokkal foglalkozott, s az egyik leggyakoribb vízvirágzásalkotó szervezetet, az *Aphanizomenont*, ő írta le először *Nostoc flos-aquae* néven. Így hát enyhébben értelmezendő KLEIN [23] jellemzése, amely szerint »...mindent, amit csak nagyítóval lehet észrevenni, tiszta csalódásnak tekintett és a mikroszkóppal foglalkozókat csak a növénykedvelőkhöz számította, mint olyanokat, kik mindenféleképpen foglalkoznak, ami tulajdonképpen nem a növénytanhoz tartozik.«

Az algák kutatásának klasszikus kora a XIX. század elején kezdődik. EHRENBURG nagy munkájában [8] egyes mikroszervezet-csoportokról valóban gyönyörű illusztrációkat nyújt. KÜTZING, a csaknem kétezer táblát kitevő *Tabulae Phycologicae* c. munkája a XIX. század első felében az algák rendszerezésének alapjait vetette meg. Ezt az időszakot az algafajok mibenlétét illetően a *transzformista* felfogás jellemzi. KÜTZING nemcsak leírt, hanem figyelemmel is kísérte a szervezetek fejlődésmenetét, s az észlelt változások azt a szélsőséges elgondolást érlelték meg benne, hogy az algák világában igazi önálló fajok nincsenek, s a fajokként leírt objektumok csupán a magasabbrendű spórás növények fejlődési fokait képviselik. A század második felére e szélsőséges felfogás a *polimorfizmus* mérsékeltébb irányzatára korlátozódott. Legfőbb képviselőjük GRUNOW és HANSGIRG. Ez utóbbi kutató felfogása szerint az algák egyedi fejlődésében ún. »faj-sorok« vannak, amelyek egy-egy faj fejlődési állapotainak egymásutánját jelentik. A faj az illető fajsoron keresztülhalad, s végül a sor utolsó tagjában éri el teljesen kifejlett alakját.

A másik irányzatot, a *monomorf szemlélet* képviseli. Gyökere egészen NÄGELI-g nyúlik vissza, aki a polimorfista felfogással szemben az algafajok önálló létezését hangoztatta. Századunkban a *polimorfista* felfogás a CHODAT által képviselt *experimentális* irányzathoz, a *monomorfista* pedig a *morfológiai-szisztematikai* irányhoz vezetett. E két felfogás állandó harcban állott egymással, amelynek jellemzésére röviden ismertetjük az ún. *dactylococcus-kérdés* történetét.

Nägeli 1849-ben önteléből orsóalakú és láncszerű sorokba rendeződő algaobjektumokat írt le, amelyet új fajnak, illetve genusnak tekintett és *Dactylococcus infusonium*-nak nevezett el. Grunow vetette fel 1858-ban először azt a gondolatot, hogy a *Dactylococcus infusonium* nem külön faj, hanem csupán egyes *Scenedesmus* fajok egyik fejlődési állapota. *Grobety* ezt az objektumot *Ourococcus*-nak (= *Urococcus* helytelenül) nevezte el. Közben Grunow véleménye feledésbe merült, s töle függetlenül Chodat és munkatársa, Grinitzesko, újból arra az álláspontra jutnak, hogy a *Dactylococcus* csupán egy fejlődési állapot, miért is ők ezt az objektumot következetesen *dactylococcus-stádium*-nak nevezték.

Choda [3] polymorfista állásfoglalása a monomorfista szemlélet részéről igen nagy ellenállást váltott ki. Így különösen G. S. West továbbra is állította, hogy ő *dactylococcus*-állapotot nem észlelt, s hogy ez a fejlődési stádium a *Scenedesmus* egyedi fejlődésében nem is létezik. Igen heves vita keletkezett, amely hovatovább még személyes sértegetéssé is fajult. Erre mutat Chodatnak több keserű kifakadása is. »Egyetlen ellentmondó kísérlet vagy kísérleti ellenőrzés nélkül vagy éppen ezek ellenére — írja Chodat — úton-útfélen ezt ismétlik: 1. Az algák nem polimorfok, 2. hogy a *Scenedesmus*ok fejlődésében nincs *dactylococcus*-stádium.« West később elismerte a *Scenedesmus acutus dactylococcus*-állapotát, de hangoztatta, hogy ezt Chodaték előtt már Grunow felismerte. A kérdés további vizsgálata során Wille, Nakanó és Grossmann egyaránt elismerték a *dactylococcus*-állapot létezését. Chodat szerint a *dactylococcus*-stádiumok végtelenül variábilisak. A sejtek alakja szerinte a tenyészet korától, az ozmotikus viszonyoktól, s egyéb, még nem ismert tényezőktől függ. A *dactylococcus*-láncok képzésének képessége fajoként eltérő; Chodat szerint "...ez a képesség a sejtek közti és a sejtek csúcán végbemenő pectose-termelés-től függ.«

A *dactylococcus*-kérdés azonban nem jutott nyugvópontra. A morfológiai-szisztematikai irány előtérbe került, s az e téren minden idők egyik legtekintélyesebb kutatója, Pascher, ezt a sokat vitatott objektumot ismét genus-értékűnek nyilvánította [28], s a *Dactylococcus* nevet a *Keratococcus* elnevezéssel váltotta fel. Megállapítja, hogy a nagyfokú variabilitás miatt a fajok száma határozatlan. A Hansgirg által leírt három fajt (*D. caudatus*, *sabulosus*, *raphidioides*), átveszi, s negyedikként még a *Keratococcus angustus* különbözteti meg.

Pascher a *Keratococcus*-t a bizonytalan helyzetű *Chlorococcales*ek között tárgyalja, s ezzel a régi *dactylococcus*-kérdést bizonyos mértékig nyitvahagyja. Pascher munkájából [28] két körülményt hangsúlyozhatunk ki: 1. Jellemzése szerint a *Keratococcus* sejtek többnyire egyenként élnek s ritkábban egyesülnek láncokká (mint Nägeli és Chodat szerint), s 2. a sejtek alakja minden megkülönböztetett faj esetében megnyúltabb, mint azt Chodat a *Scenedesmus dactylococcus*-stádium esetében ábrázolja [26].

A *dactylococcus*-kérdést azért tártam itt fel részletesebben, mert egyrészt rávilágít arra a nagyfokú bizonytalanságra, amely egyes rendszertani objektumok értékelését illetően még ma is fennáll, másrészt pedig hasonló jelenségeket a *Chlamydomonas Chlorococcales*-jellegű állapotainál magam is gyakran észleltem [19, 22]. Vizsgálataim alapján úgy látom, hogy a *dactylococcus*-kérdést újból fel kell vetni, mégpedig az eredeti értelmezésnél kissé tágabb formában. Magam is azon a véleményen vagyok, hogy a *Dactylococcus*, illetve *Keratococcus* genus nem létezik, s az ide sorolt objektumok nemcsak a *Scenedesmus*nak lehetnek fejlődési állapotai, mint GRUNOW és CHODAT tartották, hanem más szervezeteknek is. A *Chlamydomonas Chlorococcales*-jellegű fejlődési állapotainál erről még részletesen megemlékezem.

A növényi mikroszervezetek fajainak mibenlétére és értékelésére vonatkozó vizsgálatoknak ma négy főiránya állapítható meg: 1. morfológiai-szisztematikai, 2. experimentális, 3. ökológiai, 4. ökológiai-földrajzi irányzat.

1. A morfológiai-szisztematikai irány a legelterjedtebb. Az autotroph növényi mikroszervezetek, illetve algák rendszerezésében igen nagy jelentőségű, mert a megkülönböztetésre alkalmas faji bélyegek többsége alak- és szerkezetbeli. Módszere a leírás. A tudományos megismerésnek ez a legelső lépése, ezért az új területek feltárásánál ennek az iránynak ma is nagy jelentősége van. Rendkívül fontos azonban a felhasznált sajátságok rendszertani értékének alapos megvizsgálása. E téren idők folyamán sok hiba halmozódott fel, s számos alga-kategória léte nagyon bizonytalan alapokon áll. Erre már többen rámutattak.

A faj, alfaj, variáció a rendszertan szerint olyan kategóriák, amelyekbe csak azokat az objektumokat lehet besorolni, amelyek sajátságaitak változatlan körülmények között átszármaztatni képesek. Ez volna a legáltalánosabb kritérium, amelyet minden faj és felsorolt alkategóriái felállításánál figyelembe kellene venni. Evvel szemben a valóságban gyakran az a helyzet, hogy a vizsgálódás ennek a minimálisnak mondható követelménynek sem tesz eleget, s a fajokat és variációkat csak a pillanatnyi morfológiai-felépítettségbeli állapot figyelembevételével különbözteti meg. Az új fajok indokolatlan felállítása nemcsak a bélyegek túlértékeléséből származhat, ez néhol a kisebb hiba, hanem onnan is, hogy rendszertani értékkel egyáltalán nem rendelkező vonásokat vesznek alapul. Az algákra vonatkozóan korábban a következő hibaforrásokra mutattam rá [12]: a) A vizsgálat csupán rögzített anyag felhasználásánál történik. A kutató expedíciók által hozott anyag feldolgozásánál jelentkezhethet; b) Az egyedi fejlődés ismerete nélkül fejlődési állapotok is új fajoknak minősülhetnek; c) A faj leírása saját vizsgálat nélkül, csupán mások leírása vagy rajzai alapján történik. Egyes variációk így hibásan faji rangra emelkedhetnek. A felsorolt hibák számos olyan speciést hoztak napvilágra, amelyek tulajdonképpen csak a tudományos munkákban léteznek, a rendszerben csak zavart okoznak vagy azt fokozzák, s mind távolabbra vezetnek a valóságtól.

Kétségtelen, hogy a kisebb kategóriákat összefoglaló monográfiák a további kutatásokra igen kedvezően hatnak; a monografusnak azonban vigyáznia kell, nehogy túlértékeljen egyes rendszertani bélyegeket, mert ez a gyakorlatban olykor túltengő »mindent megkülönböztetni« felfogást a továbbiakban is megerősíti. Kétségtelen az is, hogy az »inkább százszor leírni, mint egyszer sem« felfogásának a formák feltárásában nagy jelentősége volt; ma azonban már inkább a formagazdagság kiértékelésére kell helyezni a kutatások súlypontját.

A megismerés előrehaladásával a fajok száma mindinkább növekedni fog. Éppen ezért, ha a rendszertant át is akarjuk tekinteni, csak megfelelő, azaz biológiai realitással rendelkező fajokat tartsunk számon a rendszerben. »Az egyes növényosztályok újonnan leírt növényfajai számának tarthatatlan növekedése, társulva a faji bélyegek progresszív elaprózásával, avval fenyeget, hogy a rendszertant olyan tudománnyá változtatja, amelyet sem megérteni, sem pedig kiismerni nem lehet« — írja KUPREVICS [24].

2. *Experimentális irány.* BEYERINCK nyomában CHODAT dolgozta ki az algák tiszta tenyésztéses módszerét. E módszer a rendszertanra nézve két szempontból jelentős:

a) CHODAT kimutatta, hogy az algák fajain belül is vannak konstans egységek, ún. *elemi fajok*, amelyek szerinte valószínűleg *mutációval* keletkeztek. CHODAT szerint az elemi fajok száma a természetben korlátlan.

b) Lehetőség nyílik az egyes fajok fejlődésmenetének teljes végigkísérésére. Ez utóbbi azonban gyakran korlátokba ütközik, mivel számos szervezet fejlődési feltételeit nem ismerjük.

E módszer segítségével CHODAT pl. kimutatta, hogy a *Scenedesmus acutus* egyedi fejlődésében *Dactylococcus*, *Raphidium* és *Pleurococcus* fázisok vannak. Hasonló fázisokat egyéb *Scenedesmus*oknál is felismert. E kísérletek alapján kimondotta, hogy az algák nagy mértékben polimor-

fok. Hasonló vizsgálatokat végzett CZURDA a *Zygnemales* körében, s ez alapon a fajok számát jelentősen növelte.

A tiszta-tenyészetek módszerével azonban a természetben levő fajok problémája korántsem oldható meg. Már WILLE ellenvetéseket tett CHODAT módszerével szemben. VORONIHIN [35] szerint »CHODAT egyik legnagyobb hibája az, hogy ténylegesen elszakad a természettől, s negatívan viszonyul ahhoz a rendszerhez, amely a szervezeteknek természetes körülmények között történő tanulmányozásán alapszik«. Ez természetesen minden tenyésztett szervezetre érvényes.

Magam a módszerrel kapcsolatban a fő nehézséget abban látom, hogy a klorofillos növényi mikroszervezetek laboratóriumi körülmények között, illetve mesterséges táptalajokon sokkal nehezebben tenyésztethetők, mint a heterotrófok, a baktériumok és a gombák. A mesterséges táptalajon való tenyésztés — azaz klonok, illetve tisztatenyészetek létrehozása — az algák körében fokozott mértékben azt jelenti, hogy a szervezetet elválasztjuk azon feltételektől, amelyek között az kialakult, vagy amelyekhez életfolyamataiban már alkalmazkodott. CHODAT e tekintetben a viszonylag legjobb kísérleti objektumokat választotta ki, mert a *Scenedesmus*-félék, illetve a *Chlorococcales*ek többsége a *Chlorophyceae* osztályon belül a legjobban kultúrázható. A természettől való elválasztottság persze itt is fennáll. Vannak azonban olyan mikroszervezet-kategóriák is, mint pl. a *Cyanophyton*ok körében a *Microcystis* és a *Spirulina*, amelyek tapasztalataim szerint feltétlenül igénylik a természetes környezetet, így mesterséges táptalajon, illetve laboratóriumi környezetben nem sikerült őket tenyészteni. Nyilvánvaló, hogy ezeknél a tiszta-tenyészetek módszerét mindaddig nem lehet megvalósítani, amíg fejlődésük optimális feltételeit a természetből el nem lessük, s azokat a laboratóriumban meg nem valósítjuk.

Az említett *Chlorococcales*ek tiszta-tenyészetben, kultúrázásban kétségtelenül nem a természeti képüket nyújtják. *Számolni kell a változásokkal, de nem a kedvezőtlen, hanem inkább talán a kedvezőbb körületesi feltételek hatására.* Ennél a körülménynél fogva az experimentációs vizsgálatoknak rendkívül nagy jelentősége lehet. Lehetőséget nyújthatnak a megváltoztató környezet tanulmányozására, s a már megváltozott szervezetek további vizsgálatára. Kérdés, hogy az összes elemi faj benne van-e a polyvalensnek tekintett természeti fajban? Nem lehetséges-e, hogy egy részük éppen a kultúrázás kedvező körülményei között mutációsan képződik? Erre az eshetőségre CHODAT ama megállapítása alapján is gondolhatunk, hogy az elemi fajok száma korlátlan.

3. *Ökológiai kutatási irány.* A természetben előforduló fajok rendszertani értékelésénél ma már nélkülözhetetlen a termőhelyen végzett alapos és folyamatos megfigyelés. WESENBERG—LUND a *Microcystis aeruginosa* és *M. flos-aquae* telepeinek változatossága és az évszakok között bizonyos összefüggést észlelt. NAUMANN viszont ugyanezen fajok esetében azt tapasztalta, hogy nyugalmas vízben nagy, hálószerűen tagolt (»áttört«), mozgó vízben pedig kicsiny, illetve izolált kolóniák képződnek.

4. *Ökológiai földrajzi irány.* Régebben, főként CHODAT, SCHMIDLE, WESENBERG—LUND, SMITH stb. kutatók véleménye alapján az volt az elterjedtebb felfogás, hogy az algák kozmopoliták. VORONIHIN összefoglaló tanulmányában [35] megemlíti, hogy LAGERHEIM, WEST FRITSCH, JELENKIN és mások vizsgálatai az előbbieket ellen szólnak. Saját kutatásai is azt mu-

tatják, hogy a földrajzi szemlélet érvényesítése, a nagy térben végzendő összehasonlító vizsgálatok mind a faj, mind pedig a mikroflóra elemzésében szükségesek.

A felsorolt vizsgálati irányok, illetve módszereik összehangolt alkalmazása szükséges ahhoz, hogy a növényi mikroszervezetek fajainak mindenléteire korszerű választ, illetve a rendszerező gyakorlatban viszonylagosan jó értékelést adjunk. Azt senki sem tagadhatja, hogy különösen a régebbi fajok csaknem kizárólagosan a morfológiai-szisztematikai irányzat termékei. Szükséges tehát, hogy a mikroszervezetek használatos faji bélyegeit a rendszertani érték szempontjából vizsgáljuk, s az eddig felállított fajok biológiai realitását is vizsgálat alá vegyük. Erre főként két ok miatt van szükség:

a) A fejlődéstörténeti rendszerezés csak akkor haladhat előre a rokonság feltárásában, ha alapegységei, a fajok, biológiailag reálisak;

b) A faji bélyegekből történő változás értékét és nagyságát csak az esetben állapíthatjuk meg, ha a változásban szereplő faji bélyegek helyesen értékelték, illetve ha a változást valóban reális, objektív pontoktól, biológiai realitással valóban rendelkező fajoktól kiindulva mérjük.

Különösen jelentős az egyedi élet tanulmányozása, a fejlődési fázisok ismerete. CHODAT hangsúlyozza, hogy »Csak az ontogéniára támaszkodó összehasonlító morfológia segítségével állíthatunk fel természetes osztályozást. Csak így kerülhetjük el a konvergens alakok egyesítését.« Az egyedül élő, ún. monodesmoid sejteket a *Scenedesmus obtusiusculus* esetében különösen gyakorinak találta. Erről a következőket írja: »Ezen feltevések mellett — ha nem figyeltük volna meg előzőleg — ezeket a *Scenedesmus*okat nem ezen genushoz tartozónak ítélnénk, hanem egy szomszédos genus, az *Oocystis* képviselőinek tekintenénk.« VLK [34] a *Chlamydomonas cingulatanal* észlelte, hogy a sejtek fiatal állapotukban annyira különböznek a kifejelettektől, hogy ezt nem ismerve, hajlandók volnánk mind a kettőt külön fajnak tekinteni.

Külön nehéz problémakört jelent a fajon belüli kategóriák értelmezése a kísérleti, illetve genetikai eredmények alapján. A nagy változékonyságot mutató genusok, illetve fajok tanulmányozása során többen (OSTENFELD, CHODAT, VORONIHIN stb.) megállapították, hogy a fajon belül még több kisebb konstans egység is lehetséges. Ilyenek létezését CHODAT a *Scenedesmus*nál, CZURDA pedig a *Zygnemales*nél kísérletileg is kimutatták. Ezek a magasabbrendű növények *linneonjain* belüli *jordanonokkal* vethetők egybe. Nincs azonban tisztázva, hogy a mikroszervezeteknél használt »elemi faj«, »mikrospecies« kifejezések a jordanonoknak felelnek-e meg.

A fajok kérdésének második fő szempontja a változékonyság vizsgálata, illetve a megváltozások természetének értékelése. Viszonylag még kevés a kísérleti adat. Formákat, variációkat, fajokat nem nehéz leírni, de megállapítani a külső megjelenés belső tartalmát — annál nehezebb. A gondos, huzamosabb időn keresztül végzett termőhelyi megfigyelések és a pontos leírás mellett itt az *experimentális genetikai vizsgálatok* szükségesek. Mindaddig, amíg ez a módszer az új fajok leírásánál vagy a régebbiek kiértékelésénél meg nem valósul, a mikroszervezetek körében a faj és a fajon belüli kategóriák, elnevezések, gyakran nem lesznek reálisak.

BIGEARD [2] a *Pediastrum*-nál a környezet igen nagymérvű formáló hatását mutatta ki. Magam [12, 13] a *Trachelomonas* tokváltozékonyságát már több esetben kimutattam.

Hasonlóan csak modifikációs forma-értékűek lehetnek azok az *Euglénák*, amelyek sötétben elvesztik, világosságon azonban, ha nehezen is, visszaszerzik chloroplastisaiikat. Evvel szemben a pigmentumok irreversibilis elvesztése, az ún. *apoklorózis* esetében — mint Fogg [9] megjegyzi — már mutációra lehet következtetni. Az apoklorózis alapja a szintestek stromájának teljes felbomlása. A *spontán apoklorózis* mellett már sikerült indukált apoklorózt is létrehozni (a *Chlorella vulgaris* esetében streptomycines, az *Euglena gracilis*-nél pedig hőkezeléssel). A természetben található apoklorotikus, formákra vonatkozólag Fogg megjegyzi, hogy ezek »... nyilván pigmentes fajokból keletkeztek hasonló folyamatok által, mint amilyeneket a laboratóriumi kísérletekben tanulmányoztak. Mivel a streptomycintermelő sugárgombák gyakoriak a talajban, lehetséges, hogy ez az anyag fontos szerepet játszik a természetes apoklorózis kiváltásában.«

További, a fejlődéstörténeti rendszerezést alapvetően érintő kérdés annak vizsgálata, hogy bizonyos pigmentes mikroszervezetek és szintelen rokonaik között milyen *genetikai* összefüggés van. A *Prototheca*-a *Chlorellára*, a *Polytoma*-a *Chlamydomonasra*, a *Polytomella* pedig a *Tetrachlorisra* emlékeztet. Kérdés, hogy az előbbi összehasonlításban szereplő hasonmások valóban *genetikai* megfelelést képviselnek-e? A *Phacus*-ból a *Hyalophacus*, a *Chlorogonium*-ból a *Hyalogonium* milyen módon keletkezett vagy keletkezik? Az *Euglena gracilis* egy kísérletileg előállított apoklorotikus törzsét, az *E. gracilis forma hyalina* elnevezést viselő objektumot, az *Astasia longavali* vélik azonosnak. Mivel a sajátság *konstans*, itt célszerűbb volna magasabb — már konstans sajátságokat igénylő — rendszertani kategóriát (*variatio*, *species*) alkalmazni. Pochmann [31] a *Phacus* genuson belül *Hyalophacus* subgenust különböztet meg. *Pascher* a *Chlorogonium*-hoz hasonló apoklorotikus objektumokat *Hyalogonium* néven külön genusként említi.

Az autotróf növényi mikroszervezeteknél a *mutációval* történő megváltozás elég gyakorinak látszik. CHODAT hosszú időn keresztül nem észlelt mutációt, ennek ellenére mégis fontosnak tartotta a konstans alakok létrejöttében. »Mi, annak ellenére, hogy harminc éve végzünk algakísérleteket, sohasem figyeltünk meg mutációkat. Ennek ellenére úgy gondolom, hogy lehetnek mutációk, kell lenni mutációknak; a minket foglalkoztató esetben ez az egyetlen valószínű módja az új rasszok alakulásának.« Később, élete végén a *Chlorella rubescens*-nél észlelt egy mutációt, amelyből a »Mutation généralisée« lehetőségére következtetett, arra, hogy a természetben előfordulnak olyan fajok, amelyek mutációs képességük legfelsőbb fokát érték el [4]. A legutóbbi időben végzett ily irányú vizsgálatok közül különösen jelentősek LEWIN és VISCHER eredményei. LEWIN [25] a *Chlamydomonas moewusii*-nél UV-sugárzással hozott létre indukált mutációt. A genotipusosnak feltételezett változások óriás-sejteket eredményeztek. VISCHER [33] a *Diplosphaera Bialosuknian*-ál glukózés kultúrákban (1/3 Knop-ágár + 2% glukoz) észlelt mutációkat (1952—53). Több esetben tapasztalta, hogy az idősebb kultúrák felületén *egy-egy ponton eltérő leánykolóniák jelentek meg*, amelyeknek sejtjei az új sajátságokat meg is tartották. Nagyfotosságú VISCHER következő megállapítása: »A szisztematika szempontjából érdekes, hogy azok a sajátságok, amelyek az egyes fajoknál a külső viszonyok szerint jellegzetesen variálnak, a mutáció által meghatározott fokban fixálódnak, úgyhogy az „új fajnál” a variabilitás más, szűkebb határu lesz.«

A megváltozás, illetve a fajkeletkezés egyéb módjait (hibridizáció, adaptáció, szelekció, sejtstéziseségi termékek regenerációja) még nem, vagy

csak kevésbé vizsgálták. A *Scenedesmus* polimorfizmusánál a »darwinizáló tényező« illetően CHODAT [3] a következőket mondja: »Mennél inkább tanulmányozzuk ezeket, annál inkább a következő a benyomásunk: a *Scenedesmus*ok legtöbb specifikus jellege semmi kapcsolatban nincs a *Scenedesmus* biológiájával. Nem az a benyomásunk, hogy ezekben az egyedi eltérésekben olyan sajátosságokról lenne szó, amelyek a természetes kiválasztódás hatásán mentek volna keresztül, s a természetes szelekció őket a környezethez idomította volna. Minden morfózis értéktelen, véletlen formájában jelentkezik a létükzdelemben. Egyébként nagyszámú különböző alak jelenléte ugyanazon környezetben, ugyanazon mocsárban, jól mutatja az igazi alkalmazkodás, adaptáció hiányát.«

A sejtszétválásból származó részecskék regenerációja során fellépő változékonyság a baktériumoknál eléggé ismeretes. Hasonló jelenségeket észleltem az egysejtű zöld növények (*Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Chlamydomonas*, *Kirchneriella* stb.) sejtszétválása révén képződő részecskék, az ún. *hyperfragmentumok* regenerációja alkalmával is [20, 22]. A hibridizáció ily szempontból való vizsgálata mind genetikai, mind szisztematikai szempontból még sok tanulságot hozhat.

II. Saját vizsgálataim.

A következőkben csupán az igen rövid kivonatát mutatom be azoknak a vizsgálataimnak, amelyeket 1933-tól kezdve néhány növényi mikroszervezet rendszertani bélyegeinek értékére, a fajok biológiai realitására és változékonyságára vonatkozóan végeztem.

1. Vizsgálatok a *Phacus*-félék körében. Első ízben a *Phacus Wettsteinii* változékonyságát volt módomban tanulmányozni egy szikes-vízi tömegtermelésben. Itt észleltem egyébként először a már CHODAT által felismert jelenséget, hogy ugyanazon környezetben nagyszámú különböző alak is létezhet, amiből — mint láttuk — CHODAT az adaptáció hiányára következtetett. 1933 nyarán szikes biotopban egy rövidéletű vízvirágyásnak a *Phacus Wettsteinii* tömegalkotója volt. A biosestonban igen nagy változatosságot lehetett észlelni a nyúlvány fejlettsége, a sejtméret, valamint a paramylumok száma és formája tekintetében egyaránt. DREZEPOLSKI [7] a *Ph. Wettsteinii*-t még nyúlványnélkülinek ábrázolja. Abban az időben még nem dönthettem el, hogy a nyúlványnélküli formák mellett jelentős tömegben levő nyúlványos, sőt fejlett tüskeszerű nyúlvánnyal rendelkező példányok is a faji keretbe tartoznak-e. POCHMANN monográfiájának [31] megjelenése után azonban a nagy változatosság egybetartozása kétségtelenné vált. POCHMANN ugyanis gyengén csúcsos végű sejteket tart inkább típusosaknak. Az én anyagomban a nyúlványnélkülitől a kicsúcsosodott végű sejteken keresztül a végtüskés formákig — fokozatos átmenetekkel — minden forma megtalálható. Jellemző, hogy a fejlett végnyúlvánnyal rendelkező egyedek a Knop-borsó kivonatos táptalajban tenyésztve erősen elszaporodtak, míg a termőhelyi biosestonban csak szóróványosan voltak találhatók.

Igen sok időt fordítottam a hosszúnyúlványú *Phacus* (*Phacus longicauda*) testtípusának származtatása és az ide tartozó fajok kérdésének vizs-

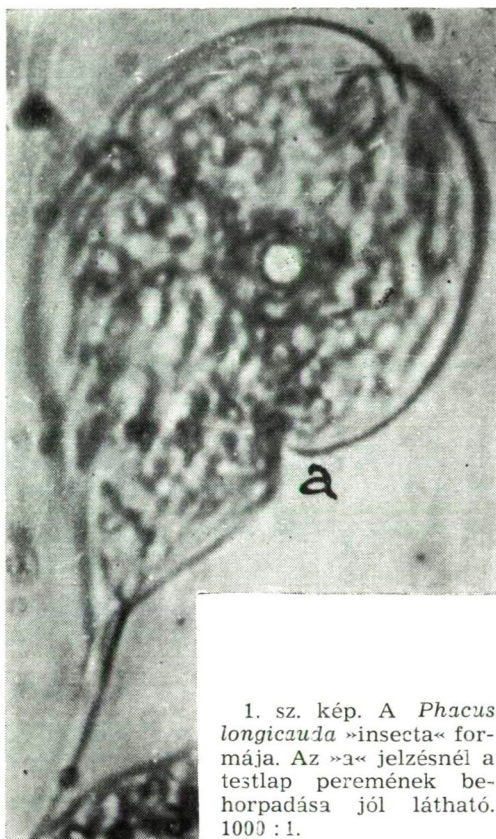
gálatára. Az *Euglenophyton*ok, elsősorban a *Phacus* csikolatvázának beható vizsgálata során arra a felismerésre jutottam, hogy az irodalomban használatos »hosszanti vagy spirális csikoltság« kifejezések csupán csak a látszatra vonatkoznak, mert a periplast csikolatváza minden esetben térbeli spirált ír le. Azt is felismertem, hogy a csikolat-lefutási típusok közötti összefüggések feltárása egyben a nagyobb alkati egységek fejlődéstörténeti kialakulására vonatkozóan is magyarázatot nyújthat [15]. Eszerint a körkeresztmetszetű spirális csikolatú *Euglena*-típusból vezethető le a *Lepocinclis*, éspedig a testtengely megrövidülése és a periplast merevebbé válása által. A legnagyobb progressziót a *Phacus*-félék »lapos« testének kialakulása jelenti. Ennek a folyamatnak a magyarázása a *Phacus*-félék származtatásának kulcsa, s a rendszerezésben, illetve több rendszertani objektum realitásának vizsgálatában igen nagy jelentőségű.

A körkeresztmetszetű test »ellaposodása« felületnagyobbitó progresszió, amely a körmetszetű típusból a testnek két, egymástól 180 fokra lévő spirálcsíkja mentén történő kiterüléssel jöhetett létre. A »hosszanti« vagy »spirális« csikoltság egyaránt a testlap torzióját tükrözi, s jellege elsősorban a testlap szegélyspiráljainak *menetemelkedési* viszonyaitól függ. Minél nagyobb menetemelkedésűek ezek a spirálok, annál kisebb mértékűnek látszik a testlap torziója, illetve fordítva. A nagy menetemelkedési szög, a spirál »kinyúltsága« miatt látszik a térbeli spirál egyes *Phacus*oknál »hosszanti« csikolatnak.

Előbbiekből következett a »hosszanti« csikolatúnak tekintett *Phacus longicauda* és *Ph. tortus*, valamint e csoportba tartozó hosszúnyúlványú objektumok biológiai realitásának vizsgálata. Újabb és régebbi anyagaim ismételt áttanulmányozása végül is arra a következtetésre vezetett, hogy *nem létezik külön Phacus longicauda és Ph. tortus* [14, 15]; *e két elnevezés lényegében azonos objektumra vonatkozik.* A *Phacus longicauda* lapossága csak látszat, mert sok ezer példányt mozgatva profilban a sodrottság mindig jól előtűnt. A torzió ugyanazon sejt nál különböző mértékűnek látszik, aszerint, hogy lapjával, profilban, vagy egyéb helyzetben fordul a test felénk. Lapszerű helyzetben a csavartság szinte egyáltalában nem tűnik fel, legfeljebb csak a nyúlvány tövének látszik némi torzió. Ellenben profilban teljes a csavartság képe. Ha a régebbi elnevezés alapján csak a *Phacus longicauda*-t tartjuk meg (ez a régebbi), számos olyan elnevezést is törölnünk kell, amelyek később a *Phacus tortus* további felbonthatása alapján kerültek bele az irodalomba. Véleményem szerint a *Ph. longicauda*-ban belül nem indokolható a *ssp. cordata*, *rotunda*, *attenuata*, *insecta*, *madagassica* felállítása, s nincs realitása a *Ph. tortus*-nak, illetve ebben az értelemben a *Ph. circumflexus*, *Ph. Moori*, *Ph. ephippion* elnevezéseknek sem. Erről egyébként két munkámban már részletesen beszámoltam. Ez utóbbiakban arról is szoltam, hogy a nyúlvány hosszúságát is óvatosan kell megítélnünk, mert gyakran rövidnyúlványúság léphet fel osztódási rendellenesség révén is [14, 15].

Több száz példány vizsgálása alapján arról is meggyőződhettem, hogy a *Phacus* fajokon belül megkülönböztetett »*insecta*« alfajok vagy variációk is realitás nélküliek. Az *insecta*-formákat minden esetben *pusztulásos* anyagban észleltem. Az irodalomban közölt rajzok határozott bemetszettséget mutatnak; magam mindig csak *horpadást* észleltem a testlap pere-

mén. A szövegközi képen jól látható, hogy »a« helyen a *Phacus longicauda* testlapjának pereme be van horpadva, s ezt a horpadást — megszakított-ság nélkül — maga a csikolatváz is követi. Tehát nem a testlap szegélyé-nek bemetszettségéről van szó, hanem csupán erőteljes ráncvetésről. A je-



1. sz. kép. A *Phacus longicauda* »insecta« formája. Az »a« jelzésnél a testlap peremének behorpadása jól látható. 1000 : 1.

lenség valószínűleg a sejt ozmotikus egyensúlyának felborulásával kapcsolatos. Korábban ezt [14] úgy magyaráztam, hogy a helyenként nagy viscositású plazma az ozmotikus zavar során lokálisan zsugorodik, s egy-egy helyen a periplastot is maga után húzza, amely ráncot vet. A *Phacus Myersi*, *Ph. undulatus*, *Ph. venustus* és a *Ph. unguis* biológiai realitása előbbieik alapján megvizsgálandónak látszik.

Megállapítható volt, hogy a paramylumok száma és alakja a szervezet életkora és a tápközeg minősége, valamint az évszak szerint jelentős ingadozásokat mutathat. Nitrogéndús környezetben, illetve ősszel az öreg példányokban sok paramylum található. Különösen vonatkozik ez a *Ph. longicauda*-ra.

2. A *Lepocinclis fusiformis* nagyfokú formabeli változékonysága tömegtermelésben. ALLORGE és LEFÈVRE [1], valamint CONRAD [5, 6] vizsgálatai nagy mértékben vitték előre a *Lepocinclis* genus egyes sajátosságai-

nak rendszertani értékelését. Rámutatnak arra, hogy a csikolat-skeletum lefutásának iránya viszonylag konstans sajátság, így a rendszerezésben igen nagy a jelentősége. CONRAD kihangsúlyozza továbbá [5] a sejt alakjának, kontúrjának változandóságát, illetve bizonytalan rendszertani értékét. Nagyon fontosnak tartja az experimentációs munka bevezetését is.

Magam is hasonló megállapításokra jutottam egy vízvirágzás *Lepocinclis* tömegtenyészetének vizsgálata során (orosházi Kis-szék, 1943. júl., aug.). Mind a termőhelyi, mind pedig a borsókivonatos táptalajban nevelt szervezeteknél kb. azonos irányú és terjedelmű változékonyság mutatkozott. A nagy változatosság ellenére is úgy találtam, hogy az egyedek a *Lepocinclis fusiformis* alakkörébe tartoznak.

Az irodalomban a *Lepocinclis fusiformis*-ra vonatkozó illusztrációs anyag kevésnek mondható. CONRAD monográfiájában [5] a *L. fusiformis* még csak kissé kicsúcsosodó formákkal van képviselve, evvel szemben HUBER—PESTALOZZI [11] már a nyúlvány variálódását említi: »Anderseitz kann bei vorhandenem Apikalfortsatz das Hinterende stark variieren: der Endfortsatz kann alle Übergänge zeigen von einer kegelförmigen Spitze zu einer stumpfen Warze.« *L. fusiformis* var. *elongata* elnevezéssel SWIRENKO egy hosszúnyúlványú változatot írt le, amelyet PASCHER a *L. Marsonii*-hoz tartott közelebb állónak [29].

Az általam vizsgált vízvirágzásban a *Lep. fusiformis* nyúlványnélküli, a csupán kissé kicsúcsosodó formáit az átmeneti alakok sokasága kötötte össze a jelentős nyúlvánnyal rendelkező egyedekkel. Feltűnően jellemző volt mind a termőhelyen, mind pedig a kultúrákban, hogy a nyúlvány viszonylagos hosszának növekedésével a sejtek is karcsúbbá váltak. Ez a hossztengetly változására mutat. Ennek magyarázására fel lehet tételezni, hogy a merevnek mondható periplast bizonyos élettani állapotokban viszonylag puhábbá válik, amikor is formatartása megváltozik. Hogy a periplast a *Lepocinclis*-nél is puhábbá válhat, bizonyítja az is, hogy a sejtek elülső, kissé kicsúcsosodó része olykor igen sok egyednél visszahajlik, hasonlóan a *Lep. caudata* var. *nasuta* csőrszerű visszahajlásához. E jelenség tömeges fellépését borsókivonatos tenyészetekben észleltem, csakúgy, mint a *Trachelomonas crebea* esetében [12]. Semmiesetre sem mutatkozott konstansnak, mert egyazon tenyészetben olykor jelentősen csökkent a »nasuta« formák száma.

E *Lepocinclis*-variabilitás grafikus szemléltetését mellőzzük, csupán azt jegyezzük meg, hogy a termőhelyi vízvirágzásban a hosszúnyúlványú formák később jelentek meg, s az egyes időszakokban mindig a rövid nyúlvánnyal rendelkező egyedek voltak túlsúlyban. A nyúlványtalan és hosszúnyúlványú egyedek száma a legtöbb esetben kevés volt. Sajátságos jelenség, hogy a borsókivonatos tenyészetekben a hosszúnyúlványú formák még akkor is jelen voltak, amikor ilyeneket a természetes vízvirágzásban már nem lehetett találni. A tenyésztés mintegy megőrizte a termőhelyről hozott kezdeti sajátságokat. A CHODAT által már felismert egy időpontban és azonos környezetben fellépő variabilitás ez esetben is jelentkezett.

E variabilitás mértékének időszakos változása magyarázására fel lehet tételezni, hogy a periplast merevsége csak viszonylagosan rögzített, amely bizonyos körülmények és határok között a hossztengetlybeli változásokat megengedi. A megnyúlást kiváltó tényező elsősorban talán a levegőtlenység

lehet. Ismeretes, hogy az *Euglena viridis* természetes friss környezetében jellegzetes orsóalakját mindaddig megtartja, amíg az oxigén meg nem fogyatkozik, illetve az anyagcseretermékek fel nem halmozódnak. Ha ily szempontból a környezete kedvezőtlen lesz, flagellumát leválasztja és metabolizálni kezd. Úgy látszik, hogy a formatartáshoz a légzés energiája szükséges. Ez egyébként a plazma szerkezetének fennmaradására általában vonatkoztatható.

A »lassú metabolia« szerepére enged következtetni az a körülmény is, hogy a hosszúnyúlványú *Lepocinclisekkel* egyidőben az *Euglena acus* egyedei is gyakran ívelt vagy kigyózó formát öltöttek. Borsó kivonatos tenyészetekben ez utóbbiak periplasztja annyira felpuhult, hogy egészen szokatlán metabolikus formái jelentkeztek. Némelyiknél a vakuolum erősen megnagyobbodott. Ez is az anyagcseretermékek felhalmozódására mutat.

3. Experimentális vizsgálatok a *Trachelomonas* körében. 1934—35-től kezdődően borsó-extraktumos táptalajokon a tok fejlődésének mechanizmusát vizsgáltam. Kitűnt, hogy a tok alakja gyakran nem alkalmas a fajok csoportosítására és jellemzésére. Egyazon fajon belül is nagy ingadozásokat mutathat a kialakulás idején uralkodó viszonyoktól függően [12, 13]. A *Trachelomonas conspersa*-nál GORDIENKO [10] sokféle átmenetet talált a *Tr. zmiewika* felé, miért is e két faj és más, hasonló alakú fajok egyesítését javasolta: »So ergibt sich, dass *Trachelomonas conspersa*, *Tr. zmiewika*, *Tr. conspersa* var. *elongata*, *Tr. acuminata* var. *verrucosa*, *Tr. tambowika* var. *granulata* kaum als einzeln Formen hingestellt werden können, sondern eine einzige, allerdings sehr abänderungsfähige Art darstellen. Für diese Art schlage ich den Namen *Trachelomonas conspersa* vor, da dieser Name älter ist als die anderen.«

PRINGSHEIM [32] szerint a »... *Trachelomonas* tokja holt izzadmány (deadexudation), amelynek struktúrája a környezeti hatásokra könnyen változik, amint az a természetben és a kultúrákban egyaránt meg lehet figyelni. Ha a *Trachelomonas* ezeket az izzadmányokat nem termelné ki — amint az bizonyos körülmények, ill. mesterséges feltételek között nem is termelődik ki, a *Trachelomonas* speciesek száma sokkal alacsonyabb volna. Ezzel szemben az *Euglena*-sejt alakja és skulpturáltsága, de még inkább a plazma és a szervek szerkezete, a plazma öröklött sajátságainak kifejezői, amelyeket a külső feltételek nem egykönnyen változtatnak meg. Ezeket a taxonom vonásokat jobban tekintetbe kellene venni, mint a *Trachelomonasok* tok-struktúrájának variánsait.«

Az 1934-35-ben végzett borsó kivonatos kulturázásokban a tok fejlődésére vonatkozóan a következőket észleltem [12, 13]:

1. Az osztódás után szabadba kerülő csupasz sejtek olyan anyagot választanak ki, amely az ásványi anyagokat magába veszi, megmerevedik, s a ferriion nagymérvű felhalmozódása miatt rendszerint erősen meg is barnul.

2. Attól függően, hogy a tok merevedése idején a sejt-test nyugalomban van-e vagy metabolizál, a tok kialakulása is eltérő irányt vesz. Ha a csupasz sejt huzamosabb ideig nyugalomban marad, úgy felületén a secernált és merevedésre képes anyag a sejt tojás-alakját vagy gömbszerű formáját veszi fel. Ha viszont metabolizál, éspedig rendszerint oly módon, hogy mindkét pólus-irányban csúcsosan kinyomakodik, akkor a merevedő

tok alsó részén is ki-kiszakad, s mivel a sejt eközben rendszerint egy kis nyúlványt is ereszt a leszakított tok-részbe, a tok végleges merevedése közben a hátulsó részén (a metabólia mértékének megfelelően) kiöblösödést vagy nyúlványt fejleszt. Olykor csupán csak a szívalakú forma mutatja a tok kialakulása közbeni metabólia alakformáló szerepét.

3. Az erősebb megvilágítás rendszerint fokozza a metabóliát, azaz a tokképzés idején a nyúlványképzés irányában hat.

4. A protoplastos elülső részének viselkedése szabja meg a tok válli vagy nyaki részének kialakulását, illetve a gallér megjelenését. Ha a protoplastos elülső része gyakran kinyúlik, illetve olykor huzamosabban kinyúlva marad, a merevedésre képes anyag secernálódása nyomában tok-rész, illetve gallér képződik. A formálódó gallérból a protoplastos nyúlványa vissza-visszahúzódik, közben a flagellum körben csapkod, s az eleinte szabálytalan vagy felül összeszűkült gallért mindinkább tágitja, peremét kifelé görbíti.

5. Ha a protoplastos elülső kinyomakodó része csörszerűen ferdére hajlik, többé kevésbé ferde gallér képződik. Néha csak ívelt. A csörszerű meghajlást a *Lep. fusiformis*-nál és a *Trachelomonas crebea* csupasz protoplastosainál elég gyakran tapasztaltam. Hasonló elváltozás alapján különböztették meg a *Lep. caudata* var. *nasuta* rendszertani objektumot is. Hogy a csörszerű meghajlás aligha konstans jelleg, két körülmény is igazolja: a) a *Lep. fusiformis*-nál gyakran fellép, különösen a nyúlványosoknál, b) ferde vagy ívelt gallérú fajok egyedei között olykor egyenes gallérú példányok is előfordulhatnak, illetve e sajátságot az egyedek különböző mértékben mutatják.

6. Kettős gallér is képződhetik oly módon, hogy az osztódás után a bentmaradó fióka elülső nyúlványa huzamosabban kinyúlva marad. A második gallér az-elsőbből rendszerint kissé kinyúlik.

7. A felületi díszítettség foka azonos fajon belül is egyazon környezetben és időben nagy változatosságot mutathat. Különösen a rögzesség foka variál, mert a tok falába még kolloid iszapszemcsék is beépíthetnek [13].

Bizonyos, hogy a Trachelomonas-nak a természetben sok reális faja van. Annyi azonban korántsincs, mint amennyit a rendszertan számon tart. A fajok nagy számának oka az, hogy eddig a megkülönböztetés csaknem kizárólag a tok morfológiája alapján történt. Ezek konstans jellege azonban kétséges. Ami örökletesnek mondható, illetve ami a szervezet belső természetéhez tartozik, az az, hogy bizonyos külső körülményekre bizonyos irányban és többnyire tág mennyiségi határok között várható a fiatal protoplastos reagálása. Ez az oka annak, hogy a Trachelomonas tömegtermelésében a sokféleség olykor a hópelyhek alakgazdagságához hasonlítható. A tok-morfológia átértékelése, kapcsolatban a protoplastos behatóbb vizsgálatával, nemcsak szisztematikai, hanem sejtélettani szempontból is még sok érdekeset tartogat.

4. **A *Pteromonas angulosa* alakgazdagsága.** A köpeny sokféle torz formájáról már doktori értekezésemben beszámoltam [12]. Később, szikes és nem szikes biotopokból egyaránt, a formagazdagság még tovább tágult előttem. A jelentős formabeli eltérések olykor annyira szabályosoknak látszanak, hogy ha ezeket a többiektől elválasztva tanulmányoznók, új fajok vagy variációk felállítására adhatnának alkalmat. Pedig e formák sokféle-

ségének elsősorban *ozmotikus természetű élettani károsodás* az alapja. Zsugorodások ezek, melyeket a rögzítés elmos, s így a monstrozitások természetű jellemvonásoknak látszanak. *Célszerű lenne a feltűnően szabályos szögletes köpenyű fajokat a realitás szempontjából megvizsgálni.*

5. *Pyramidomonas reticulata*. Mint vízvirágzásalkotó lépett fel egy kisebb vízvirágzásban nagyon tömegesen [18]. E tömegprodukciónak néhány nap múlva lehanyatlott, s belőle az előbbi típusos formák teljesen eltűntek; ellenben egy hét múlva a vízvirágzás kiújulásával a normálisnál jóval megnyúltabb és csikolt plasztisszal rendelkező típusa jelent meg. Ezek a sajátságok azonban olykor a régi forma felé átmeneteket mutatnak. Valószínű, hogy itt egyszerű modifikációról van szó, mert a *Pyramidomonas* még a vizsgálat alatt a mikroszkóp látómezejében is alakváltozást szenvedhet.

6. A *Chlamydomonas Steinii* formaváltozása [16]. E szervezet jég alatt vízvirágzást alkotott. A szervezetek a jégen átvándoroltak, fel a jeget borító hóba, annak felületére, s fakultatív jellegű hóvirágzást hoztak létre. A vízből származó biosestonban a *Chlamydomonas*ok tojásalakúak, a hófelületen pedig csaknem szabályos gömbalakúak voltak. Ily körülmények között a szervezeteket nem lehetett megnyugtató módon determinálni. Ezért 12—15 fokok hőmérsékleten és kevésbé megvilágított helyen tartottam az anyagot. A dezorganizálódó tömegben néhány hét múlva világoszöld színű, erősen megnyúlt *Chlamydomonas*ok jelentek meg. Ez utóbbiakat, melyek valószínűleg az előbbi modifikáció leszármazottai, a *Chlamydomonas Steinii*vel lehetett leginkább azonosítani.

7. Chlorococcales-jellegű állapotok és változások a *Chlamydomonas*nál.

A *Chlorophyceae* osztályban a *Volvocales* és a *Protococcales*, illetve újabb elnevezés szerint *Chlorococcales* rendek közeli rokonságát a legtapasztaltabb kutatók egyaránt hangoztatják. Ennek elsősorban az az oka, hogy a *Volvocales* fajai az egyedi életciklus folyamán több ízben is mozgulatlan állapotba kerülhetnek, amikor is sejtjeik sok hasonlatosságot mutatnak a *Chlorococcales* sejtjeivel. Mintegy mutatják a *Chlorococcales* fejlődéstörténeti elő-állapotát. Ilyen fázisok a »gloeocystis« és az un. »protococcoid« vagy »chlorococcoid állapot«, amelyek különösen a *Chlamydomonas* esetében jelentenek nagymérvű morfológiai változásokat, olyannyira, hogy ezek identifikálása csak tenyésztéses vizsgálatokkal válik lehetővé, illetve az egész fejlődésmenet figyelemmel kísérését igényli. Így pl. palmelloid állapotot ír le Pascher [27] a *Chlamydomonas intermedianál* és *Chl. fungicolanál*, FRITSCH a *Chl. truncatanál*, a chlorococcoid állapotot pedig — amelyben a sejtek gallertnélküli halmazokba csoportosulnak — PASCHER a *Chl. intermedianál* mutatja be.

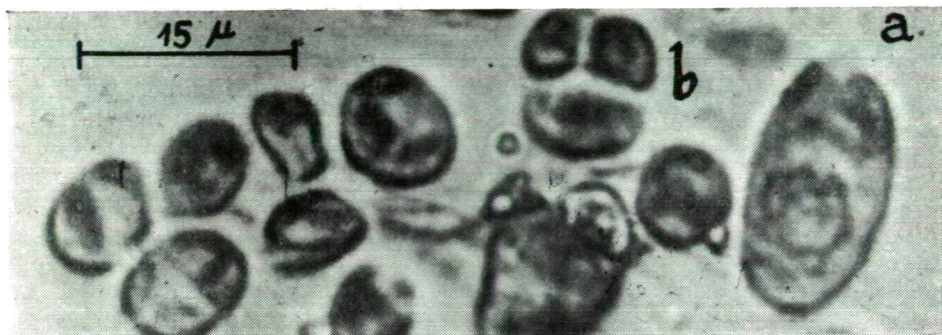
A *Chlamydomonas* körében a chlorococcoid-palmelloid-állapotok behatóbb tanulmányozásával 1940 óta foglalkozom. A *Chlamydomonas incerta*, *Reinhardtii* és *intermedia* fajoknál ezek elég gyakoriaknak mutatkoztak, mint a levegőbeli környezetbe került szervezetek kényszerű alak- és élettani módosulásai. Ezek az állapotok eddigi megfigyeléseim szerint huzamosabb ideig tarthatnak, mert a tenyésztés során egyetlen esetben sem

alakultak vissza mozgó, ún. monas-formákká. A *Chl. incerta* esetében egy vízvirágzásnál figyeltem meg, hogy a szervezetek a felületi biosestonból a talajfelületre kerültek, amelyen hamarosan zöld bevonatot alakítottak ki. A protococcoid tömegek szögletesre nyomódott, szorosan záródó, alparenchyma-szerűen csoportosuló sejtekből állottak. E sejtekben jól látható volt a pyrenoid, stigmával és vakuolumszerrel azonban már nem rendelkeztek. Ez utóbbiak hiánya mutatja, hogy a levegőbeli viszonyokhoz való kényszerű alkalmazkodás igen mélyreható organizációs változásokkal kapcsolatos. Ezek a sejtek morfológiailag már inkább a *Chlorococcales* bélyegeit mutatják. A gallertburokkal rendelkező palmelloid-gloeocystis állapotok a *Chlamydomonas incerta* esetében a szárazabb talajfelületeken alakultak ki. E sejtek erősen deformálódtak, rendszerint kifliszerűen hajlottak és megnyúltak, s e formájukat az osztódások folyamán is megtartották. Bizonyos idő múlva azonban előregedtek és szétestek 1—2 mikronos testcskékre.

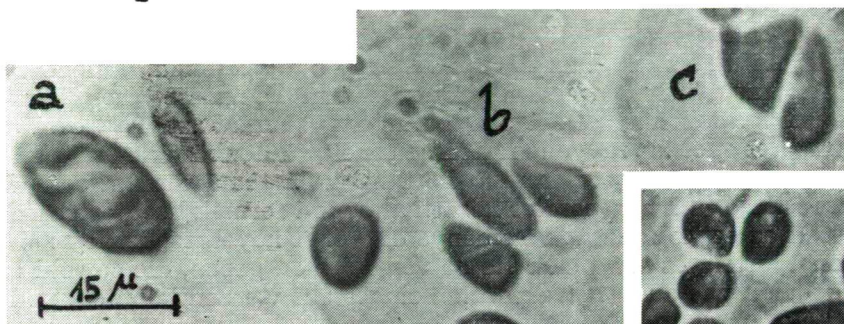
A *Volvocales* és a *Chlorococcales*, illetve a *Tetrasporales* képviselői egyedi életük során a mozgó és mozdulatlan állapotokban különböző ideig maradhatnak. Számos rendszertani objektum értékelése bizonytalan, mert az egyes kutatók ezen állapotok időarányát, valamint azt, hogy ezek az állapotok a fejlődés milyen fázisára esnek, különbözőképpen értékeli. PASCHER [27] a *Volvocales* rend körülhatárolásában rámutat arra, hogy a *Volvocales* és a *Tetrasporales* közötti átmeneti formák hovatarthatóságát illetően az egyes szerzők véleménye eltérő. A következőket írja: »Mit anderen Worten, es wird eine Reihe von Formen geben, die sowohl bei den *Volvocalen* wie auch *Tetrasporalen* eingestellt werden könnten, und deren Stellung, da ja die Grenzen zwischen *Volvocalen* und *Tetrasporalen* gleitende sind, eben gemäss der Auffassung der einzelnen Autoren schwankt. So könnten z. B. einige hier bei *Chlamydomonas* eingestellte Arten genau so gut bei den *Tetrasporalen* ihren Platz finden, da sie allem Anscheine nach mehr in Gallertlagern leben; umgekehrt gibt es Autoren, die Gattungen, die sonst als *Tetrasporalen* aufgefasst werden (*Asterococcus*) als *Volvocalen* ansehen.«

Hasonló értelemben nyilatkozik PASCHER a *Volvocales* és a *Chlorococcales* közötti átmeneti formákról is: »Was für die *Tetrasporales* in ihrer Abgrenzung von den *Volvocales*, gilt auch für Übergänge zwischen *Volvocales* und *Protococcales*, die erst in letzter Zeit von KORŠCHIKOFF behandelt wurden. Auch hier neige ich dazu, diese Übergangsformen, sobald sie ihre ontogenetische vegetative Abschlussform im unbeweglichen Stadium verbringen, mit den *Protococcales* zusammen zu behandeln.«

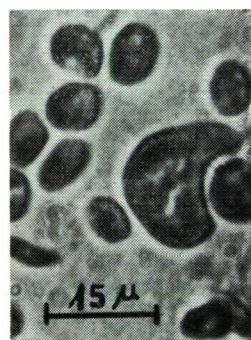
KORSIKOV e kérdést egy terjedelmes tanulmányban vizsgálta meg. Behatóan elemezte a *Hypomonas*, *Nautococcus*, *Apiococcus*, stb. általa leírt formáinak citológiai felépítettségét, s következtetéseket vont le a *Volvocales* és a *Chlorococcales* konkrét filogenetikai összefüggésére vonatkozóan. Eszerint a *Chlamydomonas* elsősorban a *Hypomonason* keresztül kapcsolódik a *Chlorococcales* felé. Ez utóbbi *Volvocales*-féleség két irányban mutat rokoni vonatkozásokat: egyrészt a még szintén *Volvocales*-nek tekinthető *Nautococcus* felé, másrészt pedig a *Chlorococcales*-be sorolt *Macrochloris*, illetve ezen keresztül a *Chlorococceae* irányában. Utóbbihoz egyébként a *Nautococcus* is mutat vonatkozásokat. Szerinte a *Chlamydomonas*



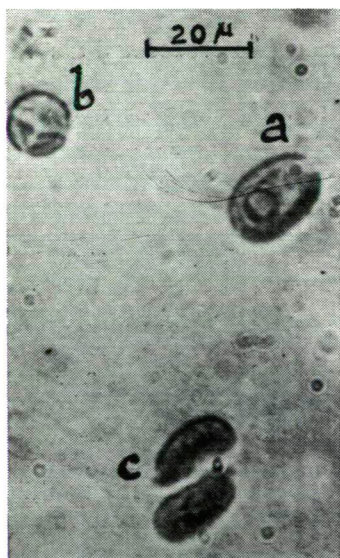
1



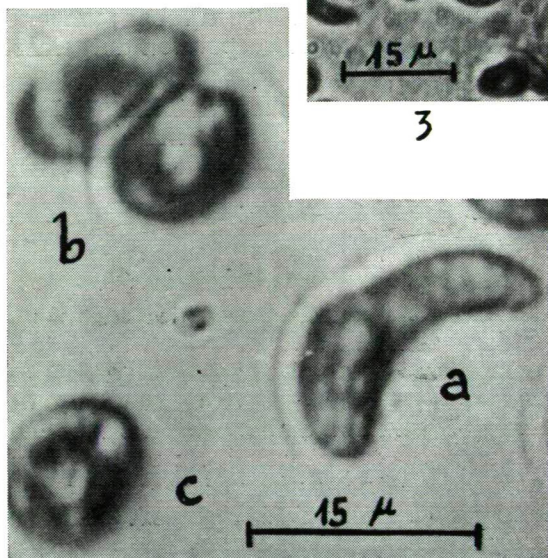
2



3



4



5

közvetlen kapcsolatot mutat a még szintén *Volvocales*-nek tekinthető *Apiococcushoz*; a *Nautococcus* és az *Apiococcus* pedig az *Endosphaeraeae-Chlorococcales*ek felé mutatnának további közvetlen vonatkozásokat.

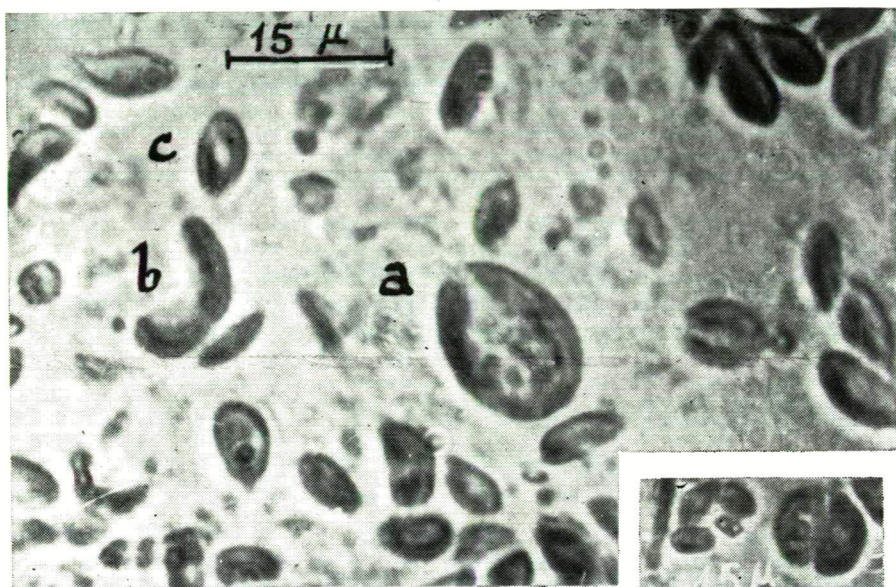
A *Volvocales* és a *Chlorococcales* igen közeli rokonságára enged következtetni továbbá az a körülmény, hogy a *Volvocales* egyes képviselői olyan mozdulatlan állapotokba mehetnek át, amelyek szinte teljesen utánozzák egyes *Chlorococcales* típusok sejtjeinek alakját vagy felépítettségét. Ez a nagymérvű konvergencia különösen a *Chlorococcales* egyes *genera*-saira jellemző, de megvan a *Volvocales* egyes képviselőinek *chlorococcoid* állapotainál is. Korábban már rámutattam arra [22], hogy a *Chlamydomonas* bizonyos körülmények között határozottan *Chlorococcales*-jellegű sejteket hozhat létre. A *Chlorococcales*-jellegű sejtek létrejöttének most két útját ismertetem: a mozdulatlaná váló sejtek közvetlen fragmentálódását és az ún. hyperfragmentumokon keresztül történő *Chlorococcales*-jellegű sejtregenerációt.

I. A mozdulatlan sejtek közvetlen fragmentálódása. A mozdulatlaná váló *Chlamydomonas* sejtek bizonyos körülmények között előbbi határozott belső szerkezetüket feladják, s elliptikus vagy orsóalakú, a *Dactylococcus* sejtekhez-hasonló sejteket képeznek. E folyamat különösen a szikes biotopokból származó egyedeknél gyakori, ha a tenyészetben az anyagcse-retermékek nagyobb mértékben felhalmozódnak.

Az I. tábla-mikrofényképei egy szikes biotop *Chlamydomonas* vízví-rágzásának laboratóriumban tartott anyagáról készültek. A meghatározható sejtek többsége *Chl. intermedia*-nak mutatkozott, de gyakoriak voltak a másformájú, determinálatlan sejtek is. Az 1. sz. mikrofényképen látható »a« sejt pl. már nem *intermedia*-jellegű, s belső szerkezete is felbomlóban van. A gyűrűalakú pyrenoid szemecskékre darabolódik, a sejt elülső végében pedig kétoldalt sötétebb foltok vannak. Ez utóbbiak a rendes monas-egyedeknél nem észlelhetők. Tapasztalataim szerint e jelek a szabálytalan sejtekre való osztódást mutatják. A »b« sejt a nyugvó állapot osztódó típusa, a többiek már inkább a fragmentálás jellegét mutatják. Teljesen hasonló objektumokat szemléltet a 4. sz. mikrofénykép is. Az »a« sejt már a *Chlamydomonas intermedia*-val azonosítható, a »b« sejt az 1. kép »b« objektumával azonos, a »c« sejt pedig látszólag hosszanti kettéosztódást mutat. Az utódsejtekben a pyrenoidák is láthatók. Mindkét képen a »b« sejtek az egyenlőtlen sejtosztódás típusos esetét mutatják. A 2. mikrofénykép a *Dactylococcus*-jellegű sejtekre való tagolódást rögzíti. Az »a« sejt még *Chlamydomonas*-jellegű, pyrenoid-gyűrűjének még a fele látszik, a sejt elülső felében azonban egy világos hosszanti mező tűnik fel, amely a sejt elülső részét rézsutosan le fogja választani. A sejt ilyen szabálytalan fragmentálódása révén keletkeznek az orsó vagy bunkóalakú sejtek (»b«). A »c« jelzésnél egy olyan sejt osztódott egyenlőtlenül, amely már maga is *chlorococcoid*-jellegű volt és már előbb a *Chlamydomonas* szabálytalan fragmentálódásából származott. A baloldali sejt csaknem háromszögalakú.

I. tábla

1. A pyrenoid feldarabolódása a *Chlamydomonas* sejtben (a). 1800:1.
2. *Chlamydomonas* sejt a fragmentálódás kezdetén (a); b—c = *dactylococcoid* sejtek. 1200:1.
- 3., 5. ívelt *Chlamydomonas* sejtek. 3 = 900:1, 5. = 1800:1.



6



7



$15\ \mu$

8

A 3., és 5. mikrofelvevételeken ívalakban erősen torzult *Chlamydomonas* sejtek hívják magukra a figyelmet. A 3. képen a sejt erősen görbült és viszonylag rövid. Még pyrenoidja is látható. Görbült alakja nagyon hasonlít a PASCHER és JAHODA [30] által leírt *Chlamydomonas lunata*hoz. Az 5. kép »a« sejtje az elülső részén szokatlanul nagy mértékben megnyúlt. A sejt hátsó felében a pyrenoid is látható. A sejt baloldalán erősen fénytörő anyagra válló világos mező vonul. A sejt valószínűleg jelentős mennyiségű gallertanyagot választott ki, s így nyugvó-jellegű sejtnek tekinthető. Hasonló megnyúlt sejteket mutat be FRITSCH [29] is a *Chlamydomonas truncatanál*. A »b« jelzésnél egy *Chlamydomonas* sejt egyenlőtlen osztódása látható. Mindkét sejtben feltűnik a pyrenoid. A »c« sejt még fiatal, s elülső részén a feltűnően világos kör alakú mező a vakuolumot jelzi.

A II. táblán a *Chlamydomonas intermedia* erős fénynek kitett, Knop-oldatos, de már eléggé előregedett tenyészetében végbemenő fragmentálódás látható. A 6. sz. mikrofényképen az »a« sejt még tipusos *Chlamydomonas*-formájú, de a sejt hátulsó felében levő pyrenoid már hasonlóan szemeccskékre bomlott, mint azt az 1. mikrofénykép »a« sejtjénél is láttuk. Kétoldalt elől itt is jelentezik a szabálytalan fragmentálódást bevezető sötét folt. Ezek a fragmentálódással létrejövő sejtek elő-állapotai. A mezőben szétszórt, változatos alakú fragmentumok a további osztódás jeleit mutatják. Többnyire azonban megnyúlt, orsóalakúak, vagyis *dactylococoidok*. A »b« jelzésnél egy viszonylag hosszú és feltűnően ívelt, fragmentálódással létrejött sejtet láthatunk. Közepetáján haránttagolódással osztódni készül. A »c« sejt rövid orsóalakú, közepén a világos mező a sejt átlýukadását, azaz a *horpadásos fragmentáció* végbemenetelét jelzi. Ez az általam leírt amitotikus sejtosztódási típus — mint arra már utaltam [22] — a *Chlamydomonas Chlorococcales*-jellegű formáinak kialakulásánál igen gyakori.

A 8. sz. mikrofényképen — nyilakkal jelzetten — eltorzult és szétesőben levő *Chlamydomonas intermedia* sejteket láthatunk. A felső jobbsarokban levő sejt rövid és hasonlóan ívelt, mint a 3. képen látható, vagyis »lunata«-jellegű. A kép alsó két sarkában levő sejteket inkább csak a hullámos kontúr jellemzi, bár a baloldali sejt hátsó fele aszimmetrikus, mintegy az ívelődésre való tendenciát jelzi. Mindkét sejt pyrenoidja még jól látható. Fent az »a« részletnél egy rövid, már átlýukadt fragmentum tűnik elő. Alatta kissé jobbra ugyancsak egy hasonló objektum helyezkedik el. A fragmentum-sejtek többségénél a középtájon kissé világos harántvonal látható, jelezvén a fragmentálódás további folytatódását. Ezek a mindinkább kisebbedő és fragmentálódó sejtek már határozottan a *Dactylococcus* formáját mutatják.

Ezek a jelenségek nagyon is indokolják, hogy az un. *dactylococcus-kérdést* ismét felvesszük, de abban az értelemben kibővítve, hogy az un. *dactylococoid-állapot* nemcsak a *Scenedesmus*-féléknél fordulhat elő, hanem a *Chlamydomonas*nál és esetleg még más *Volvocales*-félésegnél is. Külön vizsgálatokat igényel még az a kérdés, hogy ez a szabálytalan osztó-

II. tábla

6. *Dactylococoid* sejtek keletkezése. 1400:1.

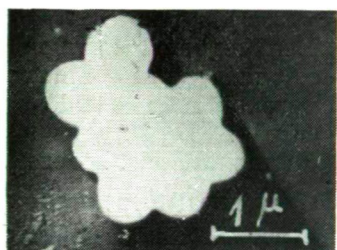
7. A *Scenedesmus coenobium*ához hasonló sejthalmaz (kép alján). 1100:1.

8. Torzult *Chlamydomonas* sejtek a szétesés előtt. 1300:1.

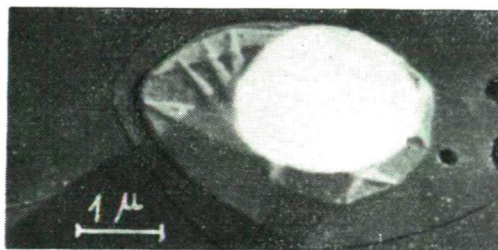
dási forma a *Chlamydomonasra* általában jellemző-e, illetve milyen feltételek között következik be.

A 7. mikrofénykép felső szélén egy sejtosztódás látható. A két utódsejtben még feltűnik a viszonylag kicsiny pyrenoid. A kép alsó részén négy sejtből álló halmaz látható; a sejtek az összenyomódás következtében szegletesekké válnak, s emlékeztetnek a *Scenedesmus* hasonló szabálytalan cönóbiumaira. Sajátságos, hogy ezt a jelenséget e sejtek ágáron való tenyésztésénél is gyakran észlelni lehetett. Alighanem a konvergencia egy különös esetével állunk szemben.

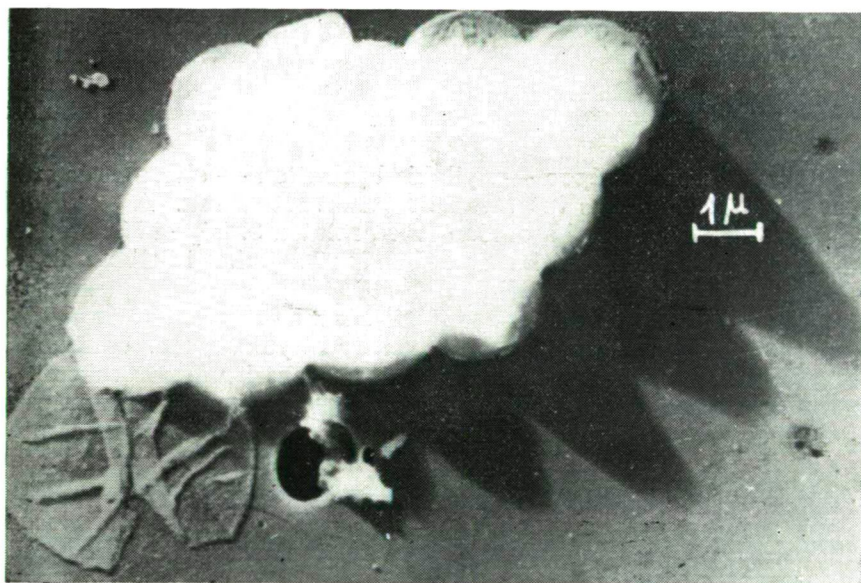
A II. tábla képein látható sejtfragmentumokban pyrenoidokat már nem lehet felismerni. Ezek a *Chlamydomonas* sejtekben — mint láttuk —



1



2



3

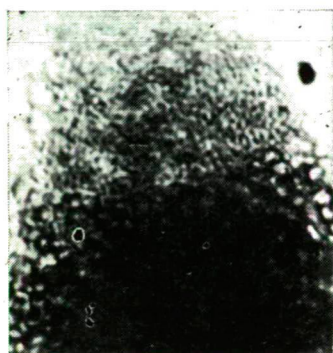
2. kép. A *Chlamydomonas intermedia* hyperfragmentumainak elektronmikroszkópos képe. 1. = 0,7 mikron átmérőjű részecskék agglomerálódott halmaza; 2. = 1,5 mikronos testecske felszakított hátyával, 3. = 2 mikronos hyperfragmentumok halmaza, a plazma a hátyától elhúzódt. 1–2 = 11 000-szeres, 3. = 8 800-szoros nagyítás. A M. Tud. Akadémia Elektronmikroszkóp Laboratóriumában készült felvételek. Preparálta Lovas B., Felvette Mersva M.

feldarabolódtak és eltűntek. A továbbiak során, akár ágáros, akár folyadékos tenyészetekben, a már egyszer *dactylococcus*-jellegűvé fragmentálódott objektumok továbbra is megtartották *dactylococcoid* jellegüket. Méretük azonban rendszerint kisebbedett, s a sejtek többnyire karcsúbbakká váltak.

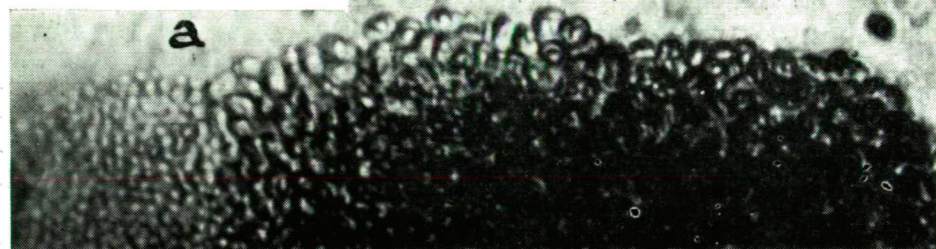
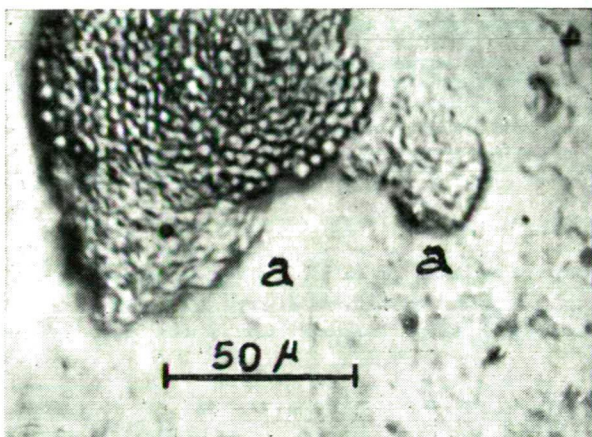
II. *Chlamydomonas*-hyperfragmentumokból fejlődő *Chlorococcales*-jellegű sejtek. Egy közleményemben [22] már beszámoltam a *Chlamydomonas intermedia* sejtjeinek kedvezőtlen körülmények között végbemenő hyperfragmentációs széteséséről, amelynek folyamán további életre képes, kb. 1—2 mikron átmérőjű gömbalakú testecskék keletkeznek, amelyek klorofillpigmentet mindig és maganyagot is többnyire tartalmaznak, de kidifferenciálódott sejtmag vagy plastis nem mutatható ki bennük. A 2. szövegközti képsorozaton az 1. kép igen kis átmérőjű, kb. 0,7 mikronos, gömbalakú testecskék halmazát mutatja 11 000-szeres elektronmikroszkópos nagyítással. A testecskék felületén még kidifferenciálódott hártya nem ismerhető fel. Ezzel szemben a nagyobb átmérőjű, kb. 1,5 mikronos részecskéknél a felületi hártya már általában felismerhető. Így a 2. elektronmikroszkópos képen, amely ugyancsak 11.000-szeres össznagyítással készült, egy sejt a felszakadt és ráncot vetett felületi hárttyával látható. A 3. elektronmikroszkópos felvétel, a kb. 1,5—2 mikronos testecskék egész agglomerátumát mutatja. A bal alsó sarokban ugyancsak feltűnik egy lehasadt és ráncot vetett felületi hárttya. De a szélső sejteknél is látható e felületi képződmény, mivel tőlük a plazmaanyag — valószínűleg a preparálás hatására — eléggé visszahúzódott.

A hyperfragmentumok 1/20-os Knop-oldatban rendszerint néhány hét múlva annyira elszaporodnak, hogy a tenyészedény alját zöldre színezik. A klonok létrehozására vonatkozó kísérleteimet korábbi beszámolómban [22] ismerttettem. Itt csak annyit jegyzek meg, hogy a sejtekké fejlődés ágár-lemezen többszöri átoltás után, jó megvilágításban, általában bekövetkezett. Sajátságos jelenség, hogy az ágárfelületen mindinkább nagyobbodó telepek egyes pontjain állászerű fiatal telepek jelennek meg, amelyek eleinte csaknem homogének, majd granulálódni kezdenek, s végül a granulumok sejtekké alakulnak. A telep idősebb részei a fejlettebb sejtek részén jól megkülönböztethetők. A II. tábla 9—10. képen látható ez a jelenség. A 10. mikrofényképen különösen feltűnik, hogy a felső telep szegélyén két fiatal »pseudopodium« is kialakul (a—a). Ezek sejtjei láthatólag kissé hosszúkasak, míg az anyatelep sejtjei még csaknem gömbalakúak. Ezzel szemben az alsó nagy telep baloldali »a« részén, azaz a »pseudopodium«-szerű fiatal telepen jól látható, hogy minden — még csaknem granulum-szerű sejtje — gömbalakú. A nagy telep egyébként a fejlődés előrehaladott fokán álló, *Chlamydomonas*-jellegű sejtekből áll. A peremi sejtekben a pyrenoid többnyire felismerhető. Általában azt tapasztaltam, hogy az ilyen pseudopodium-szerű fióktelepek sejtjei eleinte világosabb színűek az anyatelepek sejtjeinél, s zöld színeződésük csak fejlődésük előrehaladásával következik be. A jelenség magyarázata még további vizsgálatokat igényel.

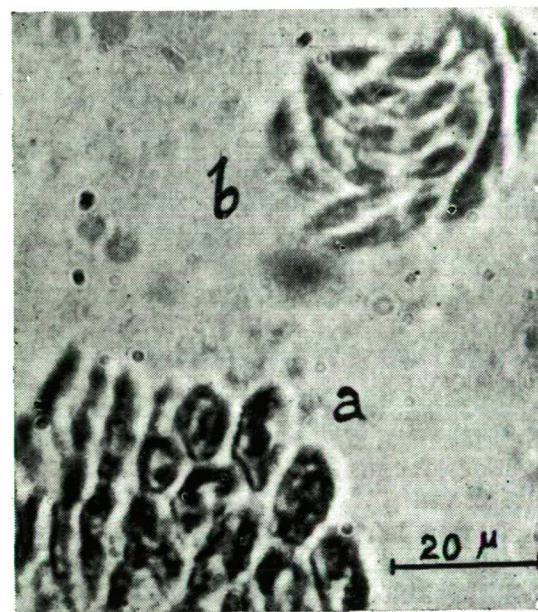
Előbbi közleményemben részletesen leírtam a sejtéjlődés fozozatait. Most csak arra a sajátóság jelenségre kell rámutatni, hogy a klon-tenyészetű hyperfragmentumokból kialakuló telepek sejtjei bizonyos fokozatossággal *Chlorococcales*-jellegű sejtekké fragmentálódtak. A III. tábla



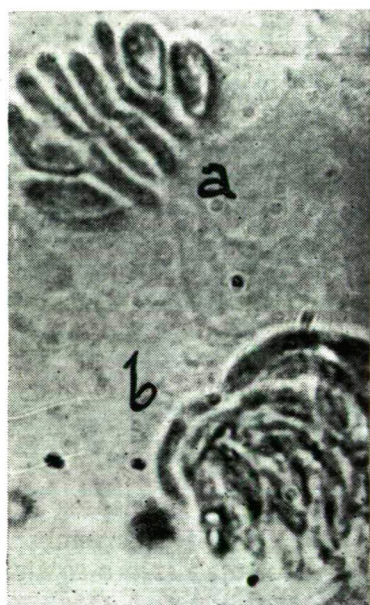
9



10



11



12

11—12. felvételein látható ez a jelenség. A 11. kép »a« telepében egyes sejtek még a tűnőben levő pyrenoidok révén emlékeztetnek a *Chlamydomonas*-alkatra, a kép bal szélén lévők azonban már fragmentálódtak, s előbbi jellegeiket teljesen elveszítették. A »b« telepben már nagy, ívelt fragmentumok vannak, amelyek harántul tovább fragmentálódnak. A 12. kép »a« telepe középső sejtjei igen karcsúak, szinte fonálszerűek. Úgy tűnik, mintha e sejtek végeikkel összeolvadó fragmentumokból alakultak volna ki. A »b« telep sejtjei azonosak a 11. kép »b« telepének sejtjeivel.

A *Chlorococcales*-jellegű fragmentumok igen nagy alakbeli változást mutatnak. Többnyire azonban a sejtek orsóalakúak, gyakran erősen kihegyezettek. Szaporodásuk is nagyon emlékeztet az *Ankistrodesmus* sejtek osztódására. *A terjedelmes vizsgálati anyagból említést érdemel egy tartós elváltozásnak, talán mutációnak tekinthető változás, amelyet a IV. tábla 13—14. mikrofényképei mutatnak be.* A sejtek többé-kevésbé ívelt orsóformájúak, végeik feltűnően hegyesek. Hosszúságuk a *Chlamydomonas intermedia* hossz méretét meghaladja. A pyrenoidok teljesen eltűntek; a sejtekben azonban még a pyrenoidoknál is feltűnőbb organellumok jelentek meg: kerek, hólyagszerű képletek, amelyek teljesen világosak és a zöld sejtekből erősen kiútköznek. Bizonyosan nem pyrenoidok; nagy, »hólyagszerű« vakuolumoknak látszanak. Némelyik sejtben 5—6, különböző méretű képződmény is látható. Sem magfestéssel, sem Sudan III-al nem színeződnek. Vakuolum-természetükre tűnékenységükből következtethetünk. Eleinte kisebb-nagyobb szemecskék formájában észlelhetők, majd ez utóbbiak 1—2 nap múlva nagyobb, hólyagszerű képletekké formálódnak. Néhány nap múlva megkisebbedhetnek, vagy esetleg el is tűnhetnek, de később ismét megjelennek. A 13. képen a sejtekben már megjelentek a szemecskék, némelyikben már vakuolum-szerűek, s kb. 24 óra múlva a 14. képen látható állapotot mutatták. Ez a jelleg, vagyis az alak, méret és vakuolizáltság több nemzedéken át megmarad, illetve visszatér. Tapasztaltam azonban e sejtek nagymértékű fragmentálódását is, amelynek során jóval kisebb, karcsú, inkább *Ankistrodesmus*-jellegű objektumok keletkeztek. Ez utóbbiak e karcsú természetüket és kisebb méretüket mind ez ideig megtartották. Úgy tűnik, hogy ez utóbbi állapot a változások során teljesen állandósult. Ez az igen sajátos jelenség még további vizsgálatokat igényel.

Ez vonatkozik általában az előbb ismertetett vizsgálatokra. Hangsúlyoznunk kell, hogy egyelőre eddig ismeretlen területen csupán csak az első lépéseket tettük meg. E mutációnak látszó jelenséget még kidolgozottabb módszerrel kell tanulmányozni.

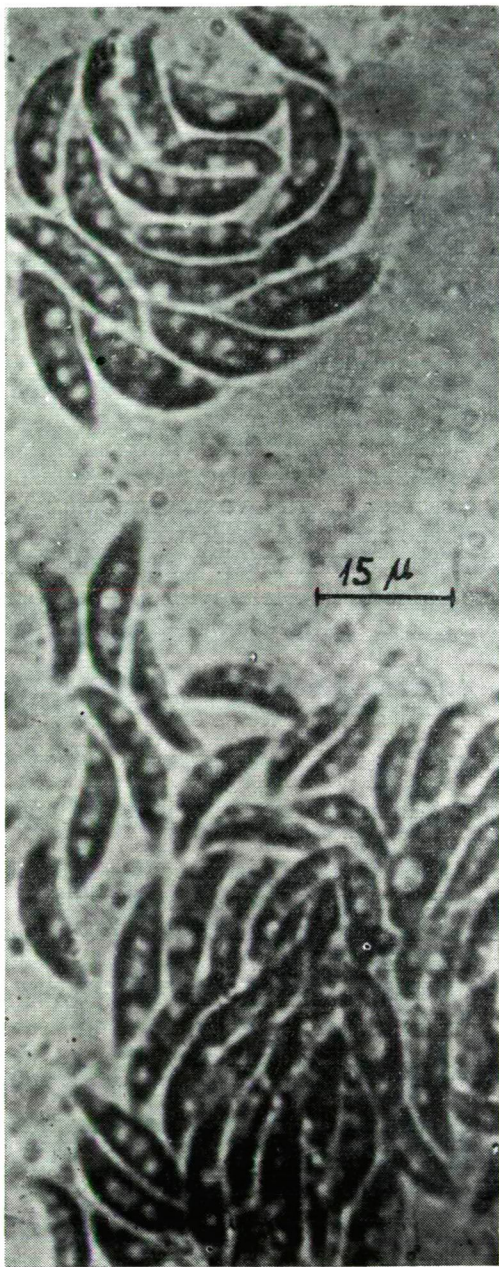
Arra a felmerülő kérdésre, hogy az előbb ismertetett jelenségek a *Chlamydomonas* fejlődési állapotába tartoznak-e, vagy pedig tartósabb megváltozások, megnyugtató módon csak a további vizsgálatok válaszolhatnak. Lehetséges, hogy mindkét eset előfordul.

III. tábla

9—10. Fióka-telepek fejlődése ágáron. 9. = 300 : 1, 10. = 500 : 1.
11—12. Regenerálódó sejtek ismételt fragmentálódása ágáron. 1100 : 1.



13



14

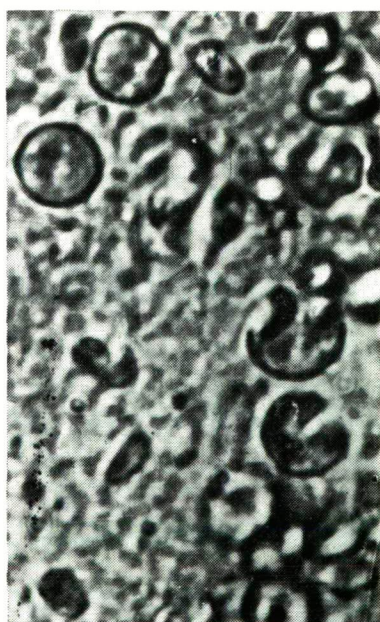
13—14. Hólyagszerű vakuolummal rendelkező sejtek keletkezése. 1200 : 1.



15



16



17

15—17. A *Kirchneriella obesa* horpadásos fragmentációjának kezdete. 1200 : 1.

8. A Kirchneriella változékonyságának kísérletes vizsgálata. A *Kirchneriella obesa* hyperfragmentációjának vizsgálata során azt tapasztaltam [21], hogy a sejtje fejlődő testecskék az egyes nemzedékek során jelentős változékonyságot mutatnak. A részleteket illetően utalok az erről szóló tanulmányomra. Azt a megállapítást, hogy a *Kirchneriella* fejlődésében észlelt horpadásos fragmentáció nemcsak szaporodási forma, hanem fejlődési folyamatok tükrözője is, a továbbiak során általában tapasztaltam. Arra is ügyelnünk kell, hogy a *Kirchneriella*-hoz hasonló kifliszerű objektumok más kategóriákba tartozó szervezeteknél is előfordulhatnak, mint fejlődési állapotok.

A *Kirchneriella obesa* horpadásos fragmentációval történő egyedi fejlődésére vonatkozólag további vizsgálatokat is végeztem. Az V. tábla 15—17. mikrofelvevételein látható, hogy a gömbalakú, chlorelloid sejtek a közepükön, vagy kissé excentrikusan horpadni kezdenek. A 15. képen a már kiszakadt, kiflialakú sejtek különböző íveltségi foka látható. Az »a« sejt jól láthatóan spirálisan csavart. A 16. kép alján kis autospórákból álló halmaz látható; ezek is mutatják a horpadás jeleit.

A VI. tábla képei az ágárlemezre szélesztett sejtek gyors elszaporodása által létrejött halmazokról készültek. A 18. képen középpontban hat sejt párosával rendeződött egymás mellé. Ezek, mint a 19. képen látható kinagyítás mutatja, az excentrikus kiszakadás különböző állapotaiban vannak. A 20. kép telepén az volt jól megfigyelhető, hogy a halmazok belsejében a horpadásos fragmentáció lassabban játszódott le, mint a peremi sejteknél, azaz a telepek belsejében még a chlorelloid sejtek voltak többségben, míg a telep szélein a már excentrikusan kiszakadt és kiflialakot öltött sejtek domináltak. A 21. képen több szabálytalan fragmentálódó sejt között a bipoláris átréselődésnek egy esete is látható (megjelölt sejt).

A *Kirchneriella* alakbeli változatossága ez esetben korántsem volt olyan nagymérvű, mint a már ismertetett hyperfragmentációs vizsgálatokkal kapcsolatban észleltem [21]. Ezzel szemben a bipoláris átréselődés és a szabálytalan fragmentáció-szerű osztódások gyakoribbak voltak.

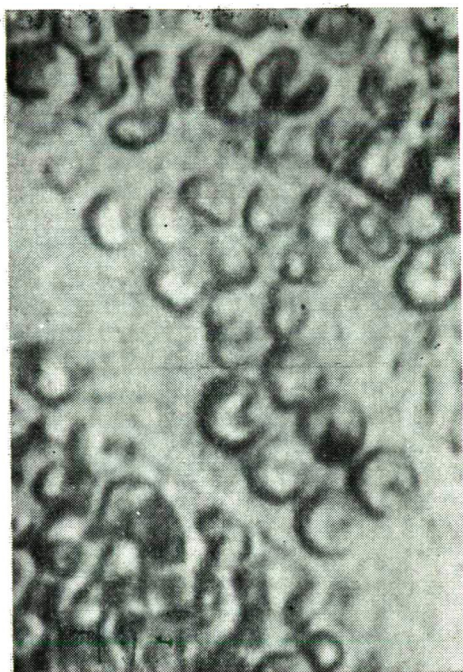
Következtetések

Munkámban egyrészt rövid történeti áttekintést kívántam nyújtani arról a nagy erőfeszítésről, amellyel a kutatás a növényi mikroszervezetek fajainak mibenlétét és kialakulásuk módozatait feltárni akarja, másrészt érintőlegesen ismertettem az e téren több, mint húsz esztendőn keresztül végzett vizsgálataimat. Ez utóbbiról teljesebb képet csak akkor nyújthatnék, ha kézirati anyagomat is közölhetném.

Az előadottakból is megállapítható azonban, hogy a rendszerezésben a faj és a fajon belüli egységek értelmezése elvileg nem egyöntetű, s hogy a megkülönböztetésre felhasznált bélyegeknél sincs meg igen gyakran a

VI. tábla

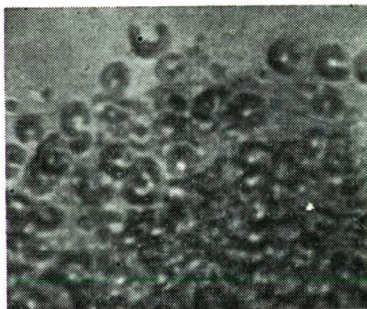
18—21. Formabeli változatosság fellépése ágon való tenyésztés során.
18. = 900 : 1, 19. = 1300 : 1, 20. = 360 : 1, 21. = 1500 : 1.



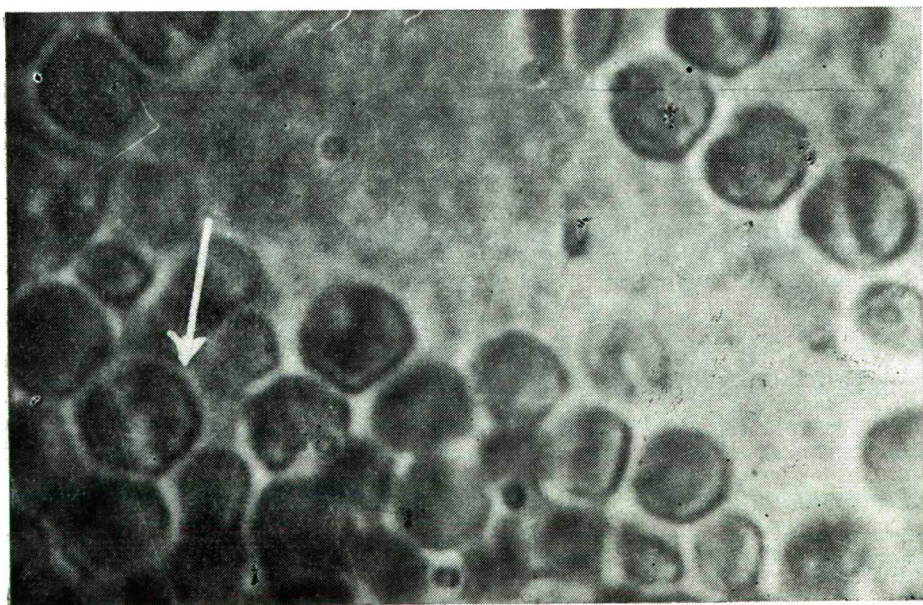
18



19



20



21

biológiai realitásuk. Az előbbi hiányosság kiküszöbölése végső soron genetikailag megalapozott experimentális módszer alkalmazását igényli, a második hiányosságon pedig az egyes csoportoknál felhasználható bélyegek kiértékelése, s a bizonytalan fajok felülvizsgálata révén segíthetünk.

A faj kétségtelenül nem egységes kategória, de a fajok megkülönböztetésénél az elvileg megállapított kritériumokat egységesen figyelembe kell venni. A sajátságok értékének eldöntésénél az *experimentális* módszer döntő fontosságú. Ökológiai-szisztematikai szempontból evvel szemben az az ellenvetés tehető, hogy a laboratóriumi tenyésztési módszer a szervezeteket kiszakítja természetes környezetükből, azok módosulhatnak, s így a megfigyelték nem a természetben található fajokra vonatkoznak. Ez a gyakran hangoztatott ellenvetés azonban csak akkor volna a kísérletes vizsgálatokra nézve elmarasztaló, ha ezek mellett huzamosabb termőhelyi megfigyeléseket nem végezünk. Már pedig ezek is fontosak. A természeti fajok csupán *experimentális* úton nem különböztethetők meg. *A genetikailag megalapozott kísérletes vizsgálatoknak elsősorban az a céljuk, hogy a konstans jelleg stabilitásának fokát ellenőrizzék, s hogy a megváltoztató környezet milyenségére vagy hatásmechanizmusára vonatkozólag tapasztalatokat szerezzenek.* Ezek ugyanis a sajátságok rendszertani értékének megállapításánál döntő jelentőségűek. Nyilvánvaló, hogy a stabilisabb jellegek nagyobb rendszertani értékkel is rendelkeznek. Az ilyen vizsgálatok során valószínűleg számos faj vagy magasabb rendszertani egység nem külön kategóriának, hanem csupán fejlődési fázisnak vagy állapotnak fog minősülni.

Végül az sem vitatható, hogy a fajok keletkezésére vonatkozó ismereteinket is elsősorban a kísérletes genetikai munka viszi majd előre, s azt is lehetővé teszi, hogy a fajok feletti rendszertani kategóriák rokoni összefüggéseibe is mélyebb bepillantást nyerhessünk.

IRODALOM

- [1] Allorge, P., Lefèvre, M.: Algues de Sologne. Bull. Soc. bot. de France 77, p. 129, 1930.
- [2] Bigeard, E.: Les Pediastrum d'Europe. Étude biologique Trav. Labor. Bot. Univ. Catholique d'Angers 5, pp. 192, Paris 1933.
- [3] Chodat, R.: Scenedesmus étude de genetique, de systematique expérimentale et d'hydrobiologie. Aarau, 1926.
- [4] Chodat, R.: La mutation généralisée les mutations chez les Chlorella rubescens. Compte rendu séances Soc. Phys. et d'Hist. nat. Genève. 46, p. 31–38. 1929.
- [5] Conrad, W.: Matériaux pour une monographie du genre Lepocinclis Perty. Arch. f. Protistenk., 82, p. 203–249, 1934.
- [6] Conrad, W.: Étude systematique du genre Lepocinclis Perty. Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique. Deuxième ser. F. 1. p. 1–85, 1935.
- [7] Drezepolski, R.: Przyczynę do znojamosci polskich Euglenin. Kopern. Kosmos, I–II., p. 173–270, 1925.
- [8] Ehrenberg, C. G.: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. I–II. pp. 547. Atlas Tab. I–LXIV., Leipzig 1838.
- [9] Fogg, G. E.: The metabolism of Algae. Methuen et Co Ltd p. 48–83, 1953.
- [10] Gordienko, M.: Zur Frage der Systematik der Gattung Trachelomonas Ehrenberg Arch. f. Protistenk. 65, p. 258–267, 1929.
- [11] Huber–Pestalozzi, G.: Das Phytoplankton des Süßwassers. Thienemann's Binnengewässer, Euglenophyceen pp. 606, Stuttgart 1955.

- [12] Kiss, I.: Békés vármegye szikes vizeinek mikrovegetatioja. I. Orosháza és környéke. *Folia Cryptogamica* 4, p. 217–266, 1939.
- [13] Kiss, I.: Adatok Kőszeg környékének algavegetációjához. *Dunántúli Szemle* IX. p. 287–296, 1942.
- [14] Kiss, I.: Néhány Phacus-jelleg rendszertani értékéről. *Annal. Biol. Univ. Szegediensis* I. p. 73–90, 1950.
- [15] Kiss, I.: Alkati és törzsfejlődéstani vizsgálatok a Phacus genusban. *Annal. Biol. Univ. Szegediensis* I. p. 91–110, 1950.
- [16] Kiss, I.: Meteorobiológiai vizsgálatok a mikroszervezetek víz- és hóvirágzásában. *M. Tud. Akad. Biol. Oszt. Közl.* II. p. 53–100, 1951.
- [17] Kiss, I.: Meteorobiológiai vizsgálatok a mikroszervezetek víz- és hóvirágzásában. *M. Tud. Akad. Biol. Oszt. Közl.* II. p. 53–100, 1951.
- [18] Kiss, I.: A növényi mikroszervezetek időérékenysége. *Időjárás* 57, p. 137–144, 1953.
- [19] Kiss, I.: Az amitotikus sejtosztódás új formájáról. *Biol. Közl.* II. p. 83–92, 1954.
- [20] Kiss, I.: Tovább élő plazmarészecskék képződése a Scenedesmus sejtek hyperfragmentációs szétesése révén. *Annal. Biol. Univ. Hungariae* II. p. 429–440, 1954.
- [21] Kiss, I.: Egy Kirchneriella faj sejtjeinek nagymérvű fragmentációval történő szaporodásáról. *Szegedi Ped. Főisk. Évkönyve*, p. 117–132, 1956.
- [22] Kiss, I.: Das Entstehen von Zellen aus Plasmateilchen pflanzlicher Mikroorganismen. *Acta Biol.* VI. p. 231–255, 1956.
- [23] Klein, Gy.: A növénytan története. Az élők világa, p. 63–84.
- [24] Kuprevics, V. F.: A faj, mint a heterotróf és autotróf növények evolúciójának szakasza. *Szukacsov: Problemi botaniki c. mű ford. magyarra: A botanika problémái*, Akad. Kiadó, p. 185–199, 1953.
- [25] Lewin, R. A.: Ultra-violet induced mutations in Chlamydomonas Moewusii. *Gerloff Journ. Gen. Microbiol.* 6, p. 233–248, 1952.
- [26] Oltmanns, F.: Morphologie und Biologie der Algen I. pp. 459, Jena 1922.
- [27] Pascher, A.: Volvocales-Phytomonadinae. *Süsswawerflora*, 4. pp. 506, Jena 1927.
- [28] Pascher, A.: Einzellige Chlorophyceengattungen unsicherer Stellung. *Süsswasserflora* 5, p. 206–236, 1915.
- [29] Pascher, A.: Neue oder wenig bekannte Protisten XXI. Neue Flagellaten XIX. *Arch. f. Protistenk.* 65, p. 426–464, 1929.
- [30] Pascher, A., Jahoda, R.: Neue Polyblepharidinen und Chlamydomonadinen aus den Almtümpeln um Lunz. *Arch. f. Protistenk.* 61, p. 239–281, 1928.
- [31] Pochmann, A.: Synopsis der Gattung Phacus. *Arch. f. Protistenk.* 95, p. 81–252, 1942.
- [32] Pringsheim, E. G.: Taxonomic problems in the Eugleninae. *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.* 23, p. 46–61, 1948.
- [33] Vischer, W.: Mutationen bei der Algengattung Diplosphaera Bialosuknia. *Arch. der Jul. Klaus-Stiftung* XVIII, p. 287–294, 1953.
- [34] Vlk, V. H.: Ueber die Morphologie und Entwicklung von Chlamydomonas cingulata Pascher, im Vergleich mit anderen durch ihr Pyrenoid auffallenden Arten. *Lotos* 87, p. 1–12, 1939–40.
- [35] Voronihin, N. N.: A florisztikai kutatások elvei a kontinentális vizek algológiájára. *Szukacsov: Problemi botaniki ford. magyarra: A botanika problémái*, Akad. Kiadó, p. 200–225, 1953.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ И ИЗМЕНЯЕМОСТЬ РОДА У НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

И. Куши

Автор в первой части своей статьи кратко излагает испытательные методы, относящиеся к сущности и оценке родов. Различие между мономорфической и полиморфической концепциями, или между описательной и экспериментальной работами он характеризует с историей т. н. дактилококкского вопроса. Он излагает кратко четыре

главных направления, испытующего сущность родов растительных микроорганизмов. Автор устанавливает, что нужно применить эти методы, согласованно к тому, чтобы мы могли дать на вопрос сущности родов современный ответ или относительно правильную оценку в практике систематизации.

Во второй части с несколькими примерами он излагает свои изучения, относящиеся к сущности и изменямости родов.

1. *Phacus*. Вполне безотросточные формы *Ph. Wettsteinii* связывают переходы к формам короткого отростка. Его изучения до сих пор показывали, что телесная плита *Phacus longicauda* во всяком случае является витой, но это в плитообразном положении не видно. Но в поперечном виде он во всяком случае наблюдал большое кручение телесной плиты. Он так видит, что названия *Ph. longicauda* и *Phacus tortus* относятся к одному и тому же объекту (14, 15).

2. *Lepocinclis fusiformis*. В продолжительном водоцветении (1943) безотросточные и отросточные формы появились с разнообразными переходами. В этих изменениях — по мнению автора — могут играть роль относительное размягчение перипласта или «медленная метаболия».

3. *Trachelomonas*. Форма втулки — как выборочного продукта — изменяется зависимо от внешних условий времени образования втулки, или от ступени метаболии голой клетки. Сильная метаболия ведет к образованию втулки заднего острия или отростка. И воротник выбирает передняя, пикообразная часть клетки. Немало систематических объектов могут быть ценностью только в модификации (12—13).

4. *Pteromonas angulosa*. (12) Покров является часто задранным, из этого следует большое разнообразие. Но эти только модификации.

5—6. У организмов *Pyramidomonas reticulata* (18), *Chlamydomonas Steinii* (16, 17) он наблюдал тоже изменения модификационного характера.

7. *Chlamydomonas*. Часто встречаются т. н. протококкоидные состояния. Последние в ходе фрагментационного деления производили клетки характера *Ankistrodesmus* и *Dactylococcus*. Сущность этих еще требует дальнейших изучений (конвергенция, мутация). Формы фрагментации: А) *Непосредственная фрагментация неподвижных клеток*. Это имеет результатом клетки характера *Dactylococcus* (табл. I—II, рис. 1—8); Б) *Гиперфрагментация*. Табл. III—IV, рис. 9—10 = из гиперфрагментов, населенных на агар, образуются поселения, на краю их детенышные поселения. Клетки детенышного поселения часто расходятся от клеток материнского поселения. Рис. 11—12 = на агаре восстанавливающиеся клетки фрагментировались клетками характера *Chlorococcales*. Рис. 13—14 = образование клеток, обладающих пузырчатыми вакуолами (вероятно продолжительное изменение). Кажется, что клетки характера *Dactylococcus* или *Keratococcus* могут возникать и таким образом. Вопрос требует дальнейших изучений.

8. *Kirchneriella obesa*. Из гиперфрагментационных частей клеток этого рода возникают клетки большого разнообразия. (19) В ходе развития *Kirchneriella* автор во всяком случае наблюдал написанную им раньше задранную фрагментацию. Круглая клетка плющается, в середине получает вмятину, продырявливается, и так возникающее кольцо или биполярно проломится, или эксцентрично врывается. В первом случае возникают две, во втором одна клетка. Клетки сводчаты, имеют характер *Kirchneriella* (21). Автор показывает относящиеся сюда свои новейшие изучения. На рис. 15—17 табл. У—УI видно начало вмятины хлореллондных клеток, рис. 18—19 изображают изменямость деления на агаре (эксцентричный врыв, биполярный пролом, неправильное деление).

В конце своей статьи автор устанавливает, что толкование родовых и внутривидовых единиц не однородно, и знаки, употребленные в описании родов, не всегда имеют биологическую реальность. Поэтому при изучениях нужны и генетические испытательные методы; надо рассмотреть биологическую реальность сомнительных родов и знаков, употребленных в описании родов. Кажется, что некоторые роды, может быть выше систематические единицы не являются самостоятельной категорией, а только не изученным до сих пор эволюционным фазисом или состоянием какого-то организма. Наши знания, относящиеся к образованию родов и в этом отношении подвинет вперед экспериментальная генетическая работа.

DIE BIOLOGISCHE REALITÄT UND VARIABILITÄT BEI EINIGEN PFLANZ- LICHEN MIKROORGANISMEN

von

I. KISS

Der Verfasser beschreibt im ersten Teil seiner Arbeit kurz die auf das Wesen und die Bewertung der Arten bezüglichen Auffassungen und Untersuchungsmethoden. Er kennzeichnet durch die *Dactylococcus*-Frage die monomorphistische und polymorphistische Auffassung, resp. den Unterschied zwischen der beschreibenden und experimentalen Arbeit. Ferner beschreibt er kurz die vier Hauptrichtungen in der Erforschung der Arten der pflanzlichen Mikroorganismen (die morphologisch-systematische, die experimentale, die ökologische, die ökologisch-geographische). Der Verfasser stellt fest, dass es nötig ist diese Methoden zusammenzustimmen, um auf die Frage nach dem Wesen der Arten eine zeitgemässe Antwort, in der Praxis der Systematisierung verhältnismässig gute Bewertungen geben zu können.

Im zweiten Teil beschreibt er an der Hand einiger Beispiele seine eigenen Untersuchungen betreffs des Wesens und der Variabilität der Arten.

1. *Phacus*. Zwischen den fortsatzlosen *Ph. Wettsteinii* und denen mit kurzen Fortsätzen gibt es Übergangsformen. Die bisherigen Untersuchungen des Verfassers zeigten, dass der Körper von *Phacus longicauda* auch in jedem Fall gedreht ist, was von oben gesehen nicht zu bemerken ist (in der Lage einer Fläche). Im Profil aber hat der Verfasser die starke Torsion des Körpers in jedem Falle festgestellt. Es ist seine Ansicht, dass die Benennungen *Ph. longicauda* und *Phacus tortus* sich auf ein und dasselbe Objekt beziehen (14, 15).

2. *Lepocinclis fusiformis*. In einer längere Zeit andauernden Wasserblüte (1943) erschienen die fortsatzlosen und die mit Fortsatz versehenen Formen in vielerlei Übergängen. Bei diesen Veränderungen kann seiner Meinung nach die verhältnismässige Erweichung des Periplasts, d. h. die »langsame Metabolie« auch eine Rolle spielen.

3. *Trachelomonas*. Die Form des Gehäuses, als die eines Ausscheidungsprodukts, hängt von den während der Zeit der Gehäusebildung herrschenden äusseren Verhältnissen, resp. dem Grade der Metabolie der nackten Zelle ab. Starke Metabolie führt zur Entwicklung hinten zugespitzer oder mit Fortsatz versehener Gehäuse. Auch den Kragen sondert der vorn zugespitzte Teil der Zelle aus. Zahlreiche taxonomische Objekte können nur den Wert von Modifikationen besitzen (12–13).

4. *Pteromonas angulosa* (12). Der Mantel weist häufig Vertiefungen auf, deshalb ist die Variabilität der Form gross. Das sind aber nur Modifikationen.

5.; 6. Bei *Pyramidomonas reticulata* (18) und *Chlamydomonas Steinii*-Organismen (16, 17) beobachtete der Verfasser ebenfalls Modifikation-artige Veränderungen.

7. *Chlamydomonas*. Die sogenannten Protococcoid-Zustände sind häufig. Diese haben bei fragmentalen Teilungen *Ankistrodesmus* oder *Dactylococcus* ähnliche Zellen produziert. Um deren Wesen zu bestimmen, sind weitere Untersuchungen nötig (Konvergenz, Mutation). Die Formen der Fragmentation: A) *Unmittelbare Fragmentation unbeweglicher Zellen*. Das Resultat: *Dactylococcus* ähnliche Zellen. (T. I–II, Abb. 1–8); B) *Hyperfragmentation*. T. III–IV, Abb. 9–10 = Aus auf Agar geimpften Hyperfragmenten entstehen Kolonien, am Rande derselben Tochterkolonien. Die Zellen der Tochterkolonien weichen oft von denen der Mutterkolonie ab. Abb. 13–14 = Es entstehen Zellen mit blasenartigen Vakuolen. (Eine wahrscheinlich dauernde Veränderung.) Es scheint, dass *Dactylococcus* oder *Keratococcus* ähnliche Zellen auch auf diese Weise entstehen können. Die Frage muss weiter untersucht werden.

8. *Kirchneriella obesa*. Aus den Hyperfragmentations-Teilchen der Zellen dieser Art entstanden grosse Variabilität zeigende Zellen (21). Im Entwicklungsgang der *Kirchneriella* beobachtete der Verfasser in jedem Fall die früher beschriebene Vertiefungsfragmentation (19). Die kugelige Zelle verflacht sich, bildet in der Mitte eine Vertiefung (Mulde) aus, durchlöchert sich, der so entstandene Ring spaltet sich bipolar oder reisst excentrisch durch. Im ersteren Falle entstehen zwei Zellen, im letzteren eine. Die Zellen sind bogenartig, *Kirchneriella* ähnlich (21). Auch die neueren diesbezüglichen Untersuchungen werden gezeigt. T. V–VI, Abb. 15–17 zeigt den Anfang der Muldenbildung, die Abb. 18–21 veranschaulichen die Verschie-

denheit der auf Agar sich vollziehenden Teilung (excentrisches Durchreissen, bipolare Spaltung, unregelmässige Teilung).

Endlich stellt der Verfasser fest, dass die Auslegung der Arten und der Individuen innerhalb der Art nicht einheitlich ist, und dass die bei der Beschreibung der Arten benützten Merkmale oft keine biologische Realität besitzen. Deshalb sind bei den Untersuchungen auch genetisch-experimentale Methoden anzuwenden; die biologische Realität der zweifelhaften Arten muss auch untersucht werden. Es scheint, als wären mehrere Arten, eventuell auch höhere Einheiten des Systems keine selbständigen Kategorien, bloss noch nicht untersuchte Entwicklungsphasen oder ein Entwicklungszustand irgendwelcher Organismen. Unser Wissen über die Entstehung der Arten wird auch auf diesem Gebiete durch die experimentell-genetische Arbeit gefördert werden.